Buku Teks Bahan Ajar Siswa

KURIKULUM 2013

Paket Keahlian: Teknologi Pengolahan Hasil Perikanan

Dasar Proses Pengolahan Hasil Pertanian dan Perikanan



KELAS
X
SEMESTER 1

Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan
Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan
Republik Indonesia

DASAR PROSES PENGOLAHAN HASIL PERTANIAN & PERIKANAN 1

SMK PERTANIAN
(Paket Keahlian Teknologi Pengolahan Hasil Pertanian)
KELAS X
SEMESTER 1

Penyusun

Ir. Lily Mariana Salman, MP

KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN DASAR DAN MENENGAH
DIREKTORAT PEMBINAAN SMK

2014

KATA PENGANTAR

Kurikulum 2013 dirancang untuk memperkuat kompetensi siswa dari sisi sikap, pengetahuan dan keterampilan secara utuh. Keutuhan tersebut menjadi dasar dalam perumusan kompetensi dasar tiap mata pelajaran mencakup kompetensi dasar kelompok sikap, kompetensi dasar kelompok pengetahuan, dan kompetensi dasar kelompok keterampilan. Semua mata pelajaran dirancang mengikuti rumusan tersebut.

Pembelajaran kelas X dan XI jenjang Pendidikan Menengah Kejuruhan yang disajikan dalam buku ini juga tunduk pada ketentuan tersebut. Buku siswa ini diberisi materi pembelajaran yang membekali peserta didik dengan pengetahuan, keterapilan dalam menyajikan pengetahuan yang dikuasai secara kongkrit dan abstrak, dan sikap sebagai makhluk yang mensyukuri anugerah alam semesta yang dikaruniakan kepadanya melalui pemanfaatan yang bertanggung jawab.

Buku ini menjabarkan usaha minimal yang harus dilakukan siswa untuk mencapai kompetensi yang diharuskan. Sesuai dengan pendekatan yang digunakan dalam kurikulum 2013, siswa diberanikan untuk mencari dari sumber belajar lain yang tersedia dan terbentang luas di sekitarnya. Peran guru sangat penting untuk meningkatkan dan menyesuaikan daya serp siswa dengan ketersediaan kegiatan buku ini. Guru dapat memperkayanya dengan kreasi dalam bentuk kegiatan-kegiatan lain yang sesuai dan relevan yang bersumber dari lingkungan sosial dan alam.

Buku ini sangat terbuka dan terus dilakukan perbaikan dan penyempurnaan. Untuk itu, kami mengundang para pembaca memberikan kritik, saran, dan masukan untuk perbaikan dan penyempurnaan. Atas kontribusi tersebut, kami ucapkan terima kasih. Mudah-mudahan kita dapat memberikan yang terbaik bagi kemajuan dunia pendidikan dalam rangka mempersiapkan generasi seratus tahun Indonesia Merdeka (2045).

DAFTAR ISI

DAFTAR GAMBAR

DAFTAR TABEL

PETA KEDUDUKAN BAHAN AJAR



GLOSARIUM

Aw (*Water Activity*)	: jumlah air yang bterdapat dalam bahan atau larutan yang diperlukan oleh mikroba untuk kehidupannya.
Blansing *(Blanching)*	: perlakuan panas yang ditujukan untuk menginaktifkan enzim dalam buah maupun sayuran segar. Blansing dimaksudkan agar reaksi-reaksi yang tidak dikehendaki, misalnya pencoklatan enzimatis, dapat dicegah. Blansing dapat dilakukan dengan air panas ataupun uap panas.
Emulsi	: suatu campuran antara dua cairan yang tidak saling melarutkan, cairan yang satu terdispersi dalam bentuk tetesan-tetesan dalam fase kontinyu dari cairan yang lain.
Fermentasi	: suatu reaksi metabolism yang meliputi sederet reaksi oksidasi-reduksi, yang donor dan aseptor elektronnya adalah senyawa-senyawa organik, umumnya menghasilkan energy. Fermentasi dilakukan oleh bakteri, fungi dan *yeast* tertentu, baik fakultatif maupun obligat. Contoh fermentasi alcohol merupakan proses yang penting pada tipe ini.
Flocculant	: Bahan tambahan untuk mempercepat penggumpalan.
Hidrofilik *(hydrophilic)*	: Sifat zat atau bagian dari molekul yang mudah berafinitas dengan air.
Gelatinisasi	: Peristiwa terbentuknya gel dari pati karena perlakuan dengan air panas. Gel dapat memiliki selaput yang tidak dapat berubah pada permukaan produk sehingga mengurangi kehilangan nutrient yang larut dalam air bila produk dimasak atau direndam dengan air.

Karamelisasi	:	Proses terbentuknya karamel, produk hasil pemanasan gula sukrosa yang menghasilkan warna ciklat.
Lapisan interface (lapisan antar muka)	:	Lapisan antar muka didefinisikan sebagai lapisan diantara dua fasa yaitu larutan polimer dalam pelarut dan dalam non pelarut. Peningkatan konsentrasi polimer pada lapisan antar muka menyebabkan fraksi volum polimer meningkat dan menghasilkan membran dengan porositas permukaan (luas pori membran dibandingkan dengan luas total membran) menjadi lebih rendah.
Lipofilik (*lipophilic*)	:	Sifat senyawaan atau gugus yang mudah berafinitas dengan lemak atau fase lemak.
Micelle (misel)	:	**Misel:** Partikel dimensi koloid yang ada dalam kesetimbangan dengan molekul atau ion dalam larutan yang terbentuk.
Micelle (misel)	:	**Misel (polimer):** dibentuk dalam cairan dan terdiri dari *makromolekul* amphiphilic, secara umum amphiphilic di- atau tri-kopolimer blok terbuat dari blok solvophilic dan solvophobic. Catatan 1: Sebuah perilaku amphiphilic dapat diamati untuk air dan organik pelarut atau antara dua pelarut organik. Catatan 2: misel polimer memiliki konsentrasi misel kritis jauh lebih rendah (CMC) dari sabun atau misel surfaktan, tetapi tetap pada kesetimbangan dengan makromolekul terisolasi yang disebut unimers. Oleh karena itu, pembentukan misel dan stabilitas yang tergantung konsentrasi.

Pasteurisasi	:	proses panas yang digunakan untuk memperpanjang umur simpan produk pangan dengan cara mengurangi jumlah mikroorganisme dalam produk tanpa mempengaruhi sifat-sifat fisiko-kimiawi dan organoleptiknya.
Prefloc tower	:	Tempat/wadah dimana terjadi penambahan flokulan untuk mempercepat terbentuknya endapan baik yang berbentuk suspense maupun koloid, pada proses pembuatan gula putih.
Raksi maillard	:	Reaksi antara karbohidrat khususnya gula pereduksi dengan gugus amino primer. Hasil reaksi ini berupa produk berwarna coklat.
Rheologi	:	Rheologi berasal dari bahasa Yunani yaitu *rheo* dan *logos*. Rheo berarti mengalir, dan logos berarti ilmu. Sehingga rheologi adalah ilmu yang mempelajari tentang aliran zat cair dan deformasi zat padat. Rheologi erat kaitannya dengan viskositas. Viskositas merupakan suatu pernyataan tahanan dari suatu cairan untuk mengalir; semakin tinggi viskositas, semakin besar tahanannya untuk mengalir.

I. PENDAHULUAN

A. Deskripsi

Mata pelajaran Dasar Proses Pengolahan Hasil Pertanian dan Perikanan 1 merupakan kumpulan bahan kajian dan pembelajaran tentang berbagai dasar proses:

1. Teknik konversi bahan membahas tentang pengecilan ukuran, pencampuran, emulsifikasi, dan ekstraksi.
2. Teknik pengendalian kandungan air membahas tentang pengeringan, penguapan, rehidrasi dan perendaman.
3. Teknik penggunaan suhu membahas tentang pendinginan dan pembekuan, pasteurisasi dan blansing, sterilisasi dan ekshausting.
4. Fermentasi dan enzimatis membahas tentang proses fermentasi dan proses enzimatis pada pengolahan pangan.
5. Teknik kimiawi membahas tentang proses sulfitasi dan karbonatasi, proses netralisasi dan hidrolisis, proses pemurnian/refining dan koagulasi.

B. Prasyarat

Sebelum mempelajari buku ini sebelumnya siswa mengetahui tentang:

1. Matematika
2. Biologi
3. Kimia
4. Fisika

Siswa mempunyai kemampuan untuk:

1. Menerapkan teknik menghitung.
2. Menerapkan teknik mikrobiologi.
3. Menerapkan prinsip kimia.
4. Menerapkan prinsip fisika.

C. Pentunjuk Penggunaan

Modul ini merupakan modul untuk mencapai kompetensi dasar menyangkut kegiatan dasar proses pengolahan hasil pertanian dan perikanan 1.

Petunjuk bagi Siswa

1. Baca dan pelajari isi modul dengan baik dan berurutan, tahap demi tahap.
2. Catat hal-hal yang belum dipahami dan diskusikan dengan guru.
3. Kerjakan tugas -tugas yang terdapat dalam modul. Sediakan buku khusus untuk mencatat hasil–hasilnya.
4. Identifikasi semua bahan dan perlengkapan yang akan digunakan. Jika ada yang tidak tersedia di tempat belajar, maka carilah informasi tentang tempat dan cara untuk mendapatkannya.
5. Kerjakan lembar kerja sesuai yang ditugaskan oleh guru. Catat setiap hasil kerja yang diperoleh dan laporkan kepada guru.
6. Guru akan bertindak sebagai fasilitator, motivator dan organisator dalam kegiatan pembelajaran ini.

Peran Guru, antara lain :

1. Membantu siswa dalam memahami konsep dan praktik serta menjawab pertanyaan siswa mengenai proses belajar siswa.
2. Membimbing siswa melalui tugas-tugas pelatihan yang dijelaskan dalam tahap belajar.
3. Membantu siswa untuk menentukan dan mengakses sumber tambahan lain yang diperlukan untuk belajar.
4. Mengorganisasikan kerja kelompok jika diperlukan.
5. Merencanakan proses penilaian dan menyiapkan perangkatnya.
6. Melaksanakan penilaian
7. Menjelaskan kepada siswa tentang sikap, pengetahuan dan keterampilan dari suatu kompetensi, yang belum memenuhi tingkat kelulusan dan perlu untuk remedial.
8. Mencatat pencapaian kemajuan siswa.

D. Tujuan Akhir

Pembelajaran pada mata pelajaran Dasar Proses Pengolahan Hasil Pertanian dan Perikanan 1 bertujuan untuk:

1. Menyadari kebesaran Tuhan yang menciptakan bumi dan seisinya khususnya tumbuhan dan hewan sebagai hasil pertanian dan perikanan yang dimanfaatkan manusia sebagai kebutuhan pokok untuk tumbuh dan berkembang;
2. Menunjukkan perilaku ilmiah (memiliki rasa ingin tahu; objektif; jujur; teliti; cermat; tekun; ulet; hati-hati; bertanggung jawab; terbuka; kritis; kreatif; inovatif dan peduli lingkungan) dalam aktivitas sehari-hari sebagai wujud implementasi sikap ilmiah dalam melakukan percobaan dan berdiskusi;
3. Menghargai kerja individu dan kelompok dalam aktivitas sehari-hari sebagai wujud implementasi melaksanakan percobaan dan melaporkan hasil percobaan;
4. Memupuk sikap ilmiah yaitu jujur, obyektif, terbuka, ulet, kritis dan dapat bekerjasama dengan orang lain;
5. Mengembangkan pengalaman menggunakan metode ilmiah untuk merumuskan masalah, mengajukan dan menguji hipotesis melalui percobaan, merancang dan merakit instrumen percobaan, mengumpulkan, mengolah, dan menafsirkan data, serta mengkomunikasikan hasil percobaan secara lisan dan tertulis;
6. Menguasai konsep dan dan mampu menerapkan prinsip dasar proses pengolahan hasil pertanian dan perikanan serta mempunyai keterampilan untuk mengembangkan pengetahuan dan sikap percaya diri sebagai bekal untuk melanjutkan pendidikan pada jenjang yang lebih tinggi serta mengembangkan ilmu pengetahuan dan teknologi dibidang pengolahan hasil pertanian dan perikanan.

E. Kompetensi Inti dan Kompetensi Dasar

KOMPETENSI INTI	KOMPETENSI DASAR
1. Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya	1.1 Meyakini bahwa lingkungan alam sebagai anugerah Tuhan perlu dimanfaatkan pada pembelajaran produksi hasil nabati sebagai amanat untuk kemaslahatan umat manusia.
2. Menghayati dan mengamalkan perilaku jujur, disiplin, tanggung jawab, peduli (gotong royong, kerjasama, toleran, damai), santun, responsif dan pro-aktif dan menunjukkan sikap sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam serta dalam menempatkan diri sebagai cerminan bangsa dalam pergaulan dunia.	2.1 Menunjukkan perilaku ilmiah (memiliki rasa ingin tahu; objektif; jujur; disiplin; teliti; cermat; tekun; hati-hati; bertanggung jawab; terbuka; kritis; kreatif; inovatif dan peduli lingkungan) dalam pembelajaran mengamati, mencari informasi dan dalam melakukan eksperimen 2.2 Menunjukkan sikap sopan, ramah pro-aktif dan memilki kemampuan merumuskan pertanyaan dalam mencari informasi. 2.3 Menghargai kerja indivividu dan kelompok, menunjukkan sikap tanggung jawab, peduli, responsif dan pro aktif teliti, jujur, sopan, rasa ingin tahu, menghargai pendapat orang lain dalam kegiatan mengolah informasi dan mengkomunikasikan hasil pembelajaran
3. Memahami, menganalisis serta menerapkan pengetahuan faktual, konseptual, prosedural dalam ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian dalam bidang kerja yang spesifik untuk memecahkan masalah.	3.1 Menerapkan prinsip teknik konversi bahan 3.2 Menerapkan prinsip teknik pengendalian kandungan air dalam pengolahan 3.3 Menerapkan prinsip penggunaan suhu 3.4 Menerapkan prinsip fermentasi dan enzimatis. 3.5 Menerapkan prinsip teknik kimiawi.
4. Mengolah, menalar dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, dan mampu melaksanakan tugas spesifik dibawah pengawasan langsung.	4.1 Melakukan teknik konversi bahan. 4.2 Melakukan teknik pengendalian kandungan air dalam pengolahan 4.3 Melakukan proses penggunaan suhu 4.4 Melakukan fermentasi dan enzimatis. 4.5 Melakukan teknik kimiawi.

F. Cek Kemampuan Awal

No	Kemampuan	Ya	Tidak
1	Apakah Anda dapat menerapkan teknik pengecilan ukuran?		
2	Apakah Anda dapat menerapkan teknik pencampuran?		
3	Apakah Anda dapat menerapkan teknik emulsifikasi?		
4	Apakah Anda dapat menerapkan teknik ekstraksi?		
5	Apakah Anda dapat menerapkan teknik pengeringan?		
6	Apakah Anda dapat menerapkan teknik dehidrasi?		
7	Apakah Anda dapat menerapkan teknik rehidrasi dan perendaman?		
8	Apakah Anda dapat menerapkan teknik pendinginan dan pembekuan?		
9	Apakah Anda dapat menerapkan teknik pasteurisasi dan blansing?		
10	Apakah Anda dapat menerapkan teknik sterilisasi dan ekshausting?		
11	Apakah Anda dapat menerapkan proses fermentasi?		
12	Apakah Anda dapat menerapkan proses enzimatis?		
13	Apakah Anda dapat menerapkan proses sulfitasi dan karbonatasi?		
14	Apakah Anda dapat menerapkan proses netrralisasi dan hidrolisis?		
15	Apakah Anda dapat menerapkan proses pemurnian/ refining dan koagulasi?		

Jawablah pertanyaan-pertanyaan diatas terlebih dahulu, sebelum anda mempelajari buku teks ini. Apabila semua jawaban anda “Ya”, berarti anda tidak perlu lagi mempelajari buku teks ini dan langsung dapat mengerjakan lembar refleksi dan tes formatif. Apabila ada jawaban anda yang “Tidak”, maka anda harus kembali mempelajari buku teks ini secara berurutan tahap demi tahap.

II. PEMBELAJARAN

Kegiatan Pembelajaran 1. Melakukan Teknik Konversi Bahan (25 JP)

A. Deskripsi

Menerapkan teknik konversi bahan dalam pengolahan merupakan kompetensi yang harus dimiliki oleh setiap orang yang berkecimpung dalam bidang pengolahan, terutama pengolahan pangan. Ruang lingkup isi modul terdiri dari: menerapkan proses pengecilan ukuran, pencampuran, emulsifikasi, dan ekstraksi. Keempat kompetensi dasar tersebut diperlukan apabila akan melakukan proses pengolahan.

Pengecilan ukuran bahan padat maupun cair merupakan proses awal dalam suatu kegiatan pengolahan pangan. Pencampuran dilakukan pada setiap pengolahan saat membuat adonan ataupun pada proses akhir, dalam bentuk pencampuran kering, semi basah maupun basah. Emulsifikasi biasa digunakan untuk membuat emulsi suatu campuran atau adonan, selama proses maupun sebagai hasil akhir. Ekstraksi banyak digunakan dalam membuat minuman seperti sari buah atau susu kedele, dan saat memisahkan bagian padatan dengan cairan.

Semua kompetensi dasar tersebut tidak dapat berdiri sendiri, tetapi akan selalu berkaitan dengan dasar proses lainnya seperti pemakaian suhu tinggi, suhu rendah, pengawetan, pengemasan dan berbagai kompetensi dasar lainnya, bahkan keempat kompetensi dasar yang dibahas dalam modul inipun dapat terkait satu dengan yang lainnya, sebagai contoh: saat dilakukan proses pencampuran, dapat diawali dengan proses pengecilan ukuran, demikian pula dengan proses emulsifikasi dan ekstraksi, biasanya dilakukan proses pengecilan ukuran terlebih dahulu.

Menerapkan proses konversi bahan dalam pembelajarannya tidak dapat berdiri sendiri, dan pembelajaran setiap kompetensi dasar harus digabungkan dengan proses lain dalam satu wahana produk, misalnya pembelajaran ekstraksi, wahana yang digunakan adalah sari buah atau susu kedele, dan dalam hal ini, peserta didik tidak mempelajari bagaimana membuat sari buah atau susu kedele, tetapi bagaimana prinsip proses ekstraksi disertai faktor-faktor yang mempengaruhinya. Jadi bisa saja sari buah atau susu kedele yang dihasilkan tidak maksimal perolehannya, tetapi peserta didik akan mengetahui proses ekstraksi.

Dalam kehidupan sehari-hari, proses pengecilan ukuran, pencampuran, emulsifikasi, dan ekstraksi banyak digunakan dalam proses pengolahan bahan hasil pertanian menjadi suatu produk tertentu.

B. Kegiatan Belajar

1. Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari modul ini, peserta didik akan dapat menerapkan teknik konversi bahan dalam pengolahan yang terdiri dari pengecilan ukuran, pencampuran, emulsifikasi, dan ekstraksi, baik secara terpisah maupun dalam satu kesatuan proses; sehingga memahami dengan benar prinsip-prinsip dasar proses tentang teknik konversi tersebut.

2. Uraian Materi

Teknik konversi bahan merupakan beberapa dasar proses yang sering digunakan dalam pengolahan pangan. Bahan yang diolah diubah bentuknya melalui proses pengecilan ukuran, pencampuran, emulsifikasi, dan ekstraksi.

Amati gambar di bawah ini, teknik konversi bahan apa yang terdapat dalan produk tersebut!


Gambar 1


Gambar 2


Gambar 3


Gambar 4


Gambar 5


Gambar 6

Lembar Pengamatan:

Gambar	Nama Produk/Gambar	Proses Konversi Bahan
Gambar		
Gambar		
Gambar		
Gambar		

Gambar	Nama Produk/Gambar	Proses Konversi Bahan
Gambar		
Gambar		

Berdasarkan hasil pengamatan yang telah Anda lakukan, buatlah minimal 2 pertanyaan tentang :

1) Macam-macam metode/teknik konversi bahan!
2) Peralatan yang digunakan dalam teknik konversi bahan!

Pertanyaan yang Anda buat dapat ditanyakan kepada guru Anda.

a. Pengecilan Ukuran

Pengecilan ukuran merupakan unit operasi yang diterapkan pada bahan padat untuk mengurangi ukurannya dengan menerapkan proses penggilingan, penekanan atau pemukulan; untuk bahan cair mengurangi ukuran globula cairan emulsi pengecilan ukuran lebih sering disebut sebagai homogenisasi atau emulsifikasi. Pengecilan ukuran baik padat maupun cair merupakan proses awal dalam suatu kegiatan pengolahan pangan. Ada beberapa jenis pengecilan ukuran tergantung dari tujuan pengolahannya.

Keuntungan pengecilan ukuran dalam proses pengolahan adalah:

1) Meningkatkan luas permukaan yang dapat meningkatkan kecepatan pengeringan, pemanasan atau pendinginan serta meningkatkan efisiensi dan kecepatan ekstraksi komponen cairan seperti pada sari buah atau santan.
2) Bila dikombinasi dengan penyaringan atau pengayakan, akan mempermudah proses pengayakan seperti pembuatan gula halus, bubuk rempah-rempah dan tepung-tepungan.
3) Ukuran partikel yang hampir sama akan menghasilkan campuran yang lebih baik seperti adonan kue.

Pengecilan ukuran dan emulsifikasi mempunyai efek sedikit atau bahkan tidak sama sekali terhadap pengawetan, dan biasanya digunakan untuk meningkatkan kualitas makan atau kemudahan untuk proses selanjutnya. Pada beberapa bahan pangan akan meningkatkan penurunan kualitas dengan terjadinya pelepasan enzim bahan dari jaringan yang rusak atau oleh akibat aktivitas mikroba dan oksidasi pada area yang diperluas permukaannnya, kecuali perlakuan pencegahan diterapkan.

Pengelompokan metoda pengecilan ukuran tergantung partikel yang dihasilkan, yaitu:

1) *Chopping, cutting, slicing*, dan *dicing*
    a) besar sampai sedang (potongan daging, keju, irisan buah-buahan untuk pengalengan)
    b) sedang sampai kecil (potongan sayuran seperti buncis dan wortel)
    c) kecil sampai granular (daging cincang atau abon daging, irisan kacang, parutan sayuran)
2) Penggilingan menjadi tepung atau pasta untuk meningkatkan kehalusan (tepung rempah-rempah, tepung-tepungan, gula halus, pasta halus)
3) Emulsifikasi dan homogenisasi (mayonais, susu, mentega, es krim, dan margarin)

1) Sifat Karakteristik Bahan

Tekstur bahan yang umumnya diukur dengan skala "maks" adalah kriteria mengenai ketahanan bahan terhadap penghancuran. Kekerasan bahan harus dipertimbangkan pada saat memilih peralatan pengecilan ukuran, karena bahan yang keras biasanya akan lebih sulit dikecilkan ukurannya dan membutuhkan energi yang lebih besar.

Struktur mekanik bahan dapat memberi petunjuk pada tipe gaya yang harus diberikan agar terjadi pemecahan bahan. Untuk bahan-bahan yang mudah pecah (*frioble*) atau bahan yang memiliki struktur kristal, pemecahan lebih mudah terjadi secara memanjang dalam satu bidang datar, alat yang sesuai dengan bahan tersebut bila bahan cenderung pecah pada beberapa jalur pecahan, alat yang dipakai menggunakan gaya pukul "impac*t*", sedangkan bahan yang cenderung sobek "sehar", cara yang tepat untuk proses pengecilan ukurannya adalah dengan cara pengirisan dan pemotongan.

Selain kekerasan dan struktur mekanis bahan, air dalam bahan juga dapat mempengaruhi proses pengecilan ukuran. Air pada bahan dapat berperan memperlancar atau menghambat proses pegecilan ukuran. Kadar air yang berlebihan dapat menyebabkan terbentuknya gumpalan "clogging" selama penggilingan, sehingga menurunkan efisiensi produk. Sebaliknya pada penggilingan basah, air sangat membantu dalam rangka mendapatkan partikel.

2) Jenis dan Fungsi Alat Pengecilan Ukuran

Jenis dan fungsi alat pengecil ukuran biasanya dibedakan berdasarkan tujuan pengecilan ukuran dan bahan yang dikecilkan. Dikenal ada 3 kelompok alat pengecil ukuran, yaitu :

a) Alat pengecil ukuran bahan berserat tinggi (*cutter*, *gratter*)
b) Alat pengecil ukuran bahan kering (*grinder*)
c) Alat pengecil ukuran bahan pembentuk cair (*emulsifer* dan *homogenizer*).

Secara rinci, jenis dan fungsi masing-masing alat tersebut adalah sebagai berikut :

a) Jenis dan Fungsi Alat Pengecil Ukuran bahan Berserat Tinggi (*Cutter, Gratter*)

Jenis alat pengecil ukuran yang beredar di pasar pada dasarnya bekerja dengan mengunakan prinsip gaya mekanis. Gaya mekanis tersebut meliputi gaya tumbukan "*impact*", gaya geser "*shear*", gaya tekan dan pemotongan"*cutting*".

Agar dapat mengoperasikan alat pengecil ukuran dengan tepat, maka terlebih dahulu perlu dipahami bagian-bagian alat dan prinsip kerja masing-masing alat.

Beberapa contoh alat pengecilan ukuran berdasarkan jenis dan fungsinya diterapkan dalam industri pengolahan hasil pertanian yaitu:

(1) Pemotong (*Cutter*)

Alat ini berguna untuk pekerjaan-pekerjaan:

(a) Membuang sisik ikan dan membuat fillet.

(b) Mengupas kulit buah dan sayur-sayuran serta kulit hewan sembelihan seperti daging.

Ada dua jenis cutter yaitu pisau pemotong dan pisau pengupas masing-masing mempunyai fungsi sebagai berikut :

(a) Pengupas (*peeler*)

Alat ini digunakan untuk mengupas kulit buah-buahan dan sayur-sayuran seperti mangga, wortel kentang dan mentimun.



Gambar 1. Contoh pisau pengupas

(b) Pisau pemotong

Pisau ini berguna untuk memotong, membelah, membuang sisik ikan, mencincang daging, dan juga dapat digunakan untuk mengupas buah dan sayuran serta hasil pertanian lainnya. Ada beberapa bentuk pisau pemotong yang dibuat secara khusus dengan desain tertentu. Penggunaan pisau tersebut biasanya sangat spesifik yaitu untuk komoditas tertentu.



Gambar 2. Pengecilan ukuran/memotong.

Contoh pisau yang didesain secara khusus, antara lain adalah:

- Pisau Kobis

  Pisau ini digunakan untuk membelah dan memotong kobis. Ujung pisau melengkung seperti sabit. Prinsip kerjanya dengan jalan dipukul dan ditarik.



Gambar 3. Pisau kubis

- Pisau Cincang

  Digunakan untuk mencincang daging yang akan diolah, pisaunya tebal berat dan lebar. Prinsip kerjanya dengan jalan dipukulkan pada bahan.



Gambar 4. Contoh pisau cincang

- Pisau pengiris (*slicer*)

  Alat ini banyak digunakan untuk mengiris buah dan sayur serta jenis umbi-umbian. Produk yang dihasilkan berbentuk lembaran tipis.



Gambar 5. Contoh pisau pengiris.

- Pembersih sisik ikan

  Alat ini sangat praktis penggunaannya, tinggal di gesek berlawanan dengan sisik ikan, semua sisik ikan akan terlepas dan masuk kedalam penampang plastiknya.



Gambar 6. Alat pembersih sisik ikan.

Beberapa hal penting yang diperoleh dengan dilaksanakan perawatan terhadap alat tersebut adalah memperlambat kerusakan, mempertahankan fungsi kegunaan, keawetan serta keamanan dari suatu fasilitas. Dengan demikian perawatan merupakan hal yang penting untuk mempertahankan lamanya jangka waktu pemakaian dari suatu fasilitas.

Cutter biasanya dirawat dengan cara mencuci/membersihkan *cutter* dari sisa-sisa bahan yang menempel. Penyimpanan *cutter* dilakukan ditempat kering, dan mempertahankan agar pisau tidak tumpul, maka harus sering diasah.

(2) Pemarut (*Gretter*)

Alat ini ada yang bersifat multi guna dan ada yang khusus. Namun penggunaan alat ini pada umumnya untuk pemarutan ketela pohon, dan buah kelapa yang akan diambil patinya atau ekstraknya. Jenis alatnya adalah pisau berputar (*rotary knife cutter*). Pisau ini umumnya digunakan untuk keperluan pemarutan ubi kayu. Untuk pembuatan tepung, biasanya digunakan pisau yang permukaannya seperti gergaji besi, sedangkan untuk pemarutan kelapa, pisau tersebut diganti dengan paku pendek dengan silinder dari kayu.





Gambar 7. Gambar contoh pemarut manual dan pemarut semi manual

Prinsip kerja alat ini adalah dengan menekan bahan pada sebuah silinder yang pada permukaannya dilengkapi dengan parut. Silinder digerakan oleh sebuah motor, sehingga terjadi perajangan/pemarutan bahan.



Gambar 8. Gambar contoh pemarut masinal.

Yang perlu diperhatikan dalam perawatan alat pemarut, yaitu:

(a) Sendi/dudukan dari bagian-bagian yang berputar setiap kali perlu diberi pelumas agar tidak mudah aus.

(b) Apabila gigi parut telah aus perlu dibongkar/dilepas, kemudian dibalik dengan bagian yang bergigi luar. Apabila kedua gigi telah aus, maka parut diganti dengan yang baru.

(c) Cucilah setelah dipakai dengan membongkar blok mesin tersebut yang mudah dibongkar.

b) Jenis dan Alat Pengecil Ukuran Pada Bahan Kering (*Grinder*/ Penggiling)

Dalam industri pengolahan hasil pertanian proses penggilingan merupakan proses yang paling banyak dilakukan. Mekanisme terjadinya pemecahan bahan disebabkan karena adanya tekanan pada bahan. Pada titik kritis, tekanan yang diberikan akan diserap oleh bahan sebagai energi penekan, sehingga mengakibatkan bahan pecah, pecahnya bahan akan mengikuti bidang belahan sesuai dengan sifat bahan.

Faktor yang berpengaruh dalam proses penggilingan adalah :

(1) Jenis bahan yang dihancurkan,

(2) Kadar air bahan,

(3) Kecepatan masuknya bahan,

(4) Daya yang tersedia, dan

(5) Tingkat kehalusan bahan yang dikehendaki.



Gambar 9. Contoh hasil pengecilan ukuran bahan kering.

Beberapa contoh alat penggilingan yang digunakan dalam proses pengolahan hasil pertanian, yaitu:

(1) *Hammer mill.*

(2) *Burr mill*

(3) *Jaw crusher*

(4) *Gyratory crusher*

(5) *Roll mill*

Dalam industri pengolahan hasil pertanian proses penggilingan merupakan proses yang sering dilakukan. Ada beberapa jenis / tipe alat penggilingan dan fungsinya adalah sebagai berikut:

(1) *Hammer Mill*

Hammer mill dipergunakan untuk berbagai macam pekerjaan penggilingan. Alat ini bekerja dengan prinsip memukul.

Hammer mill terdiri dari silinder logam dengan diameter 20-30 cm. pada silinder tersebut dipasang pisau untuk mengiris buah yang masuk.

Keuntungan pemakain alat ini, yaitu :

(a) Cocok untuk gerusan berukuran sedang dan kasar,

(b) Mudah diatur, bebas kerusakan akibat benda asing dan umpan,

(c) Tidak menimbulkan kerusakan bila dioperasikan dalam keadaan kosong.

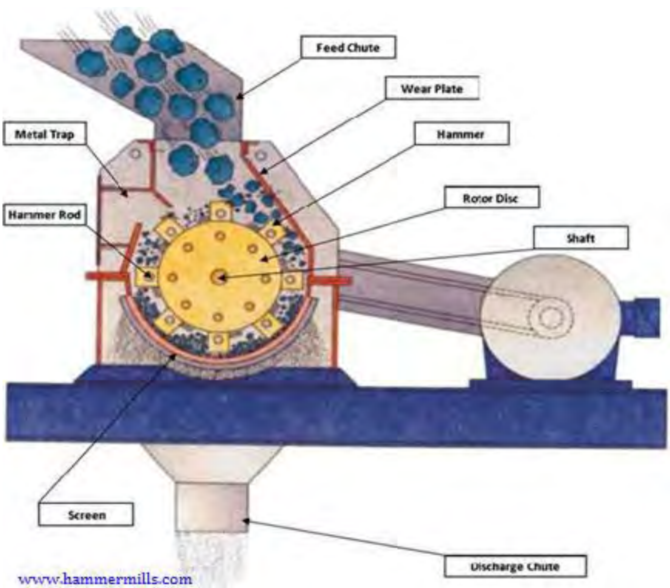
Sedangkan kerugian pemakaian alat ini :

(a) Hasil penggilingan tidak seragam,

(b) Kebutuhan daya tinggi,

(c) Biaya rawat tinggi.

Pada alat ini tingkat kehalusan hasil diperoleh dengan cara mengatur besarnya lubang saringan.



Gambar 10. Hammer Mill

Alat ini dilengkapi dengan beberapa buah pemukul (palu) yang berputar pada suatu sumbu dan saringan. Bahan dimasukkan dalam alat kemudian akan terpukul berulang-ulang sampai hancur, selanjutnya bahan akan keluar melalui saringan dibagian bawah. Alat ini berfungsi untuk menghancurkan buah-buahan sehingga menjadi bubur.



Gambar 11. Contoh *Hammermill*.

Pemeliharaan harus dilakukan secara terus-menerus dalam rangkaian proses pengembangan fasilitas, dimulai dari tahap perencanaan, operasional dan evaluasi. Alat ini dapat dipelihara dengan cara:

(a) membersihkan silinder/ruang proses dari sisa-sisa bahan.
(b) memberi minyak pelumas pada sendi-sendi/dudukan dari bagian yang bagian yang bergerak/berputar.
(c) mengendorkan sabung penghubung dan proses setelah selesai dipakai.

(2) ***Burr Mill***

Alat ini sering disebut dengan “disc mill”. Burr mill/disc mill yang terdiri dari dua buah piringan atau lebih. Pada burr mill satu piringan yang berputar sedangkan piringan lain tetap, atau keduanya berputar tetapi berlawanan arah.

Keuntungan pemakaian alat ini :

(a) biaya awal rendah,

(b) hasil penghancuran relatif seragam.

(c) kebutuhan tenaga rendah.

Sedangkan kerugian pemakaian alat ini, adalah :

(a) mudah rusak akibat benda asing,

(b) pengoperasian tanpa bahan dapat meruak alat,

(c) alat penggiling mudah aus.

Burr mill sangat cocok untuk operasi yang memperoleh hasil gilingan berukuran kasar dan sedang.



Gambar 12. Bagian dalam *burr mill*.

Alat ini bekerja dengan prinsip sebagai berikut: setelah bagian alat yang sudah terpasang dengan benar dan motor penggerak telah dihidupkan, maka dengan gerakan tersebut lempeng batu akan berputar, dan karena adanya gigi transmisi serta adanya umpan (bahan masuk), maka akan terjadi penghancuran bahan, yang selanjutnya mengalir ke luar melalui lubang pengeluaran.



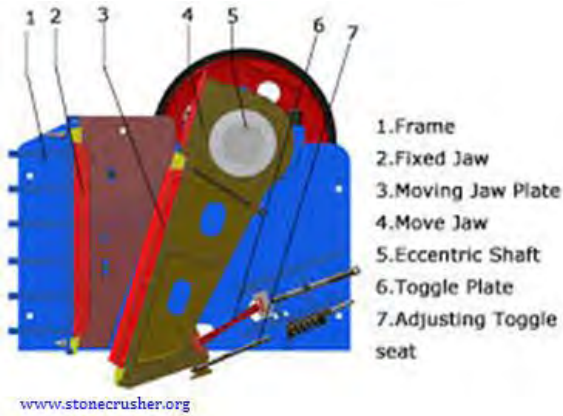
Gambar 13. Contoh *burr mill* untuk biji jagung.

(3) ***Jaw Crusher***

Alat ini digunakan untuk menghancurkan zat padat (bahan hasil pertanian), dengan kecepatan rendah.

Pada prinsipnya alat ini terdiri dari sebuah rahang yang statsioner dan rahang yang bergerak. Gerakan roda disebabkan oleh perputaran roda penggerak, dan akibat adanya bahan yang dimasukan ke dalam alat, maka bahan tersebut menjadi hancur.

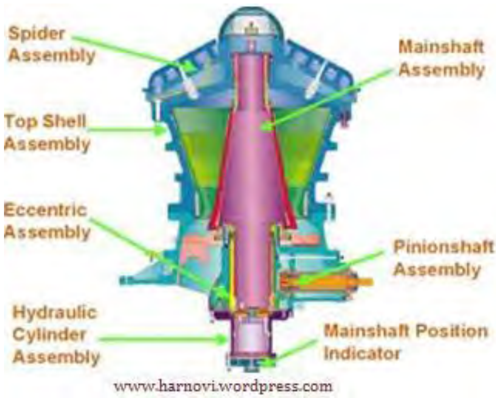
Pada saat roda penggerak berputar, maka pivot (1) dan rahang bergerak (2) dapat membuka dan menutup, rahang (4) dalam kondisi tetap tidak bergerak. Pada waktu terjadi gerakan menutup, bahan masuk ke dalam ruang antara kedua rahang dan terbentur oleh permukan rahang yang keras (3) sehingga bahan dapat hancur. Bahan-bahan yang telah hancur akan keluar melalui lubang pengeluaran (9).



Gambar 14. Jaw crusher

(4) *Gyratori Crusher*

Alat ini sama dengan *jaw crusher*, dimana rahang penghancurnya berbentuk silinder. Rahang pencampur terletak pada proses yang dapat berputar cepat atau lambat, sesuai dengan besarnya rongga yang terjadi antara bahan yang dihancurkan dengan rahang penghancur.



Gambar 15. *Gyratory crusher*.

Prinsip kerja alat ini adalah : bahan dimasukan ke dalam ruang penghancur yang berbentuk V melalui lubang pemasukan. Selanjutnya mesin dijalankan sehingga rahang penghancur "crushing head" dapat berputar, maka terjadi gesekan antara bahan yang dihancurkan dengan rahang penghancur. Akibatnya bahan menjadi hancur. Bahan-bahan yang telah hancur, akan jatuh ke dasar mesin dan akhirnya jatuh melalui lubang pengeluaran.

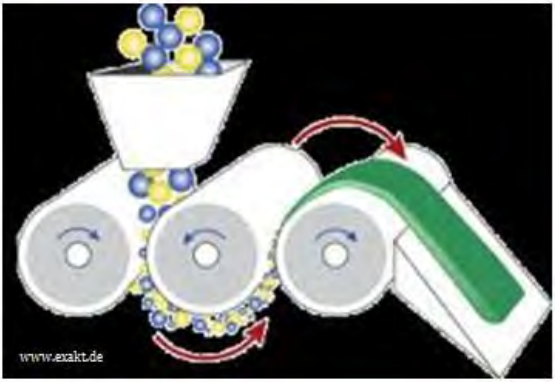
Perawatan alat ini dilakukan dengan cara membersihkan sisa-sisa bahan yang telah dihancurkan atau kotorang lain yang menempel pada bagian mesin dan memeriksa secara berkala keadaan rahang penghancur, agar tetap bekerja dengan baik, menyiapkan atau menempatkan mesin di tempat yang kering dan aman.

(5) *Roll Mill*

Alat ini berguna untuk merubah gabah menjadi beras pecah kulit. Bagian-bagian alat, terdiri dari lubang pemasukan (*roll hopper*), pengatur masuknya gabah (*lead roller*), pengatur clearance (*roll adjusting handle*) dan silinder karet (*rubber roller*).

Untuk menghindari slip pada belt penggerak, stall motor penggerak, dan rusaknya spi, maka mesin ini pada waktu start awal sebaiknya tidak diberi beban.

Prinsip kerja alat dengan bahan roda penggerak roda gigi akan berputar, dan bahan yang dihancurkan diletakan diantara dua gigi dan plat yang keras (3), sehingga terjadi proses penghancuran. Bahan-bahan yang telah hancur akan keluar melalui lubang pengeluaran (4).



Gambar 16. Gambar prinsip kerja *roll mill*.



Gambar 17. Contoh *roll mill*.

c) Jenis dan Alat Pengecil Ukuran Bahan Pembentuk Cair (Emulsifier dan Homogenizer)

Istilah emulsifier dan homogeniser sering digunakan untuk peralatan yang menghasilkan emulsi. Emulsifikasi adalah bentuk emulsi yang stabil dengan campuran dua atau lebih cairan yang berbeda dimana fase terdispersi yang berbentuk butiran kecil menyebar dalam fase kontinyu. Homogenisasi merupakan proses

pengecilan ukuran (menjadi 0,5-30μm) dan meningkatkan jumlah, dari partikel padat atau cair pada fase terdispersi dengan menggunakan tekanan.

Homogenisasi dan emulsifikasi digunakan untuk merubah sifat fungsional dan kualitas makan dari bahan pangan, serta memiliki sedikit dan/atau tanpa efek nilai gizi atau daya simpan. Contoh produk emulsifikasi diantaranya margarin, *salad cream* dan *mayonnaise*, sosis daging, es krim dan cake.

Ada 2 tipe emulsi cair, yaitu:

(1) Minyak dalam air (*oil in water*, o/w), contohnya susu.

(2) Air dalam minyak (*water in oil*, w/o), contohnya margarin.

Kedua contoh tersebut merupakan sistem emulsi sederhana, dan emulsi yang lebih kompleks terdapat pada produk es krim, sosis daging dan cake.

Stabilitas emulsi ditentukan oleh:

(1) Tipe dan jumlah *emulsifying agent* atau emulsifier,

(2) Ukuran globula dalam fase terdispersi,

(3) Tekanan pada permukaan globula,

(4) Viskositas fase kontinyu,

(5) Perbedaan densitas antara fase terdispersi dan fase kontinyu.

Homogenisasi adalah proses mengecilkan ukuran butiran pada fase terdispersi dan emulsifier yang ada didalamnya atau yang ditambahkan. Penurunan tekanan permukaan antara fase dan mencegah penggabungan butiran (tingginya tekanan permukaan antara fase terdispersi dan fase kontinyu, lebih sulit untuk membentuk dan menjaga kestabilan emulsi). Emulsifier memerlukan energi yang rendah dalam membentuk emulsi.

Protein dan fosfolipid bertindak sebagai emulsifier, tetapi dalam proses pangan digunakan juga bahan sintetik (seperti ester dari gliserol atau ester sorbitan dari asam lemak) yang lebih efektif dan biasa digunakan. Emulsifier sintetik dikelompokkan menjadi tipe polar dan non-polar. Apabila terdapat kelompok polar didalamnya yang mengikat air, maka akan membentuk emulsi air dalam minyak (w/o). Emulsifier non-polar akan diikat oleh minyak menghasilkan emulsi minyak dalam air (o/w).

Ada 5 jenis homogeniser, yaitu:

(1) *High speed mixer,*

(2) *Pressure homogenisers,*

(3) *Colloid mills*,

(4) *Ultrasonic homogenisers*,

(5) *Hydrosear homogenisers and microfluidisers*.

(1) *High Speed Mixer*

High speed mixers menggunakan turbin atau propeler untuk campuran awal emulsi dari cairan yang viskositasnya rendah. Cara kerjanya dengan menggunting bahan pangan pada tepi dan ujung pisau.

(2) *Pressure Homogenisers*

Pressure homogenisers terdiri dari pompa dengan tekanan tinggi pada 10.000-70.000 x 10^3 Pa. Saat cairan dipompa melalui celah kecil yang disesuaikan (sampai 300 μm) antara katup dan dudukan katup, dengan tekanan yang tinggi akan menghasilkan cairan dengan kecepatan tinggi (80-150 m/det). Dalam beberapa bahan pangan, misalnya produk susu, mungkin distribusi emulsifier tidak cukup menutupi permukaan bentuk yang baru,

yang menyebabkan globula lemak menggumpal. Katup kedua selanjutnya digunakan untuk memecah kelompok globula. Pressure homogenisers biasa digunakan sebelum proses pasteurisasi dan sterilisasi UHT dari susu, dan dalam produksi salad creams, es krim serta beberapa soups dan saus.

(3) *Colloid Mills*

Colloid mills merupakan disc mill dengan jarak disc yang kecil (0,05-1,3 mm) antara disc yang tidak bergerak dan disc vertikal yang berputar pada 3.000-15.000 rpm, akan menghasilkan tekanan pemotongan yang tinggi dan lebih efektif dari pada pressure homogenisers untuk cairan dengan viskositas tinggi. Dengan cairan berviskositas menengah, cenderung menghasilkan butiran dengan ukuran besar dibanding yang dihasilkan pressure homogenisers. Banyaknya disain piringan, termasuk bentuk datar/flat, berombak dan kerucut, tersedia untuk aplikasi yang berbeda. Modifikasi desain termasuk dua piringan yang berputar berlawanan atau intermeshing pin pada permukaan piringan akan meningkatkan proses pemotongan. Untuk makanan dengan viskositas tinggi (seperti peanut butter, pasta daging atau ikan) piringan dapat disusun horizontal seperti pada paste-mill.Gesekan besar dihasilkan pada makanan yang kental sehingga alat penggiling ini didinginkan dengan sirkulasi air.

(4) *Ultrasonic Homogenisers*

Ultrasonic Homogenisers menggunakan gelombang suara frekuensi tinggi (18-30 kHz) menyebabkan siklus tekanan dan tegangan bergantian pada cairan dengan viskositas rendah dan rongga gelembung udara, akan membentuk emulsi dengan ukuran butiran 1-2 μm. Dua fase emulsi dipompa melalui

homogeniser pada tekanan 340-1400 x 10^3 Pa. Energi ultrasonik dihasilkan oleh pisau logam yang bergetar, freksuensi getaran dikontrol dengan mengatur posisi penjepit dari pisau. Homogeniser ini digunakan untuk menghasilkan emulsi pada salad creams, es krim, synthetic creams, makanan bayi dan essential oil. Juga digunakan untuk menyebarkan tepung pada cairan.

(5) *Hydrosear Homogenisers dan Microfluidisers*.

Hydrosear homogenisers merupakan ruang berbentuk dua kerucut dengan pipa pemasukkan bahan makanan pada pusat dan pipa pengeluaran pada akhir setiap kerucut. Bahan makanan berbentuk cairan dimasukkan dalam ruangan pada kecepatan tinggi dan dibuat berputar yang meningkatkan lingkaran kecil dan meningkatkan kecepatan sampai mencapai pusat dan dikeluarkan. Perbedaan kecepatan antara lapisan yang berdekatan pada cairan menyebabkan tekanan pemotongan yang tinggi, yang bersama getaran rongga dan frekuensi sangat tinggi, memecah butiran pada fase terdispersi menjadi sekitar 2-8 µm. Tipe yang sama dari peralatan, disebut microfluidiser beroperasi dengan memompa cairan ke dalam ruangan dan menyebabkan pemotongan dan perputaran saat berinteraksi dan menghasilkan butiran dengan ukuran diameter kurang dari 1 µm, dalam ukuran terbatas.

3) Efek Pada Makanan

Pengecilan ukuran yang dilakukan dalam pengolahan untuk mengontrol tekstur atau sifat rheologi makanan serta untuk meningkatkan efisiensi pencampuran dan transfer panas. Tekstur beberapa makanan (seperti

roti, hamburger, dan sari buah) dikontrol dengan kondisi bahan-bahan yang mengalami pengecilan ukuran, dan secara tidak langsung juga berdampak terhadap aroma dan flavor beberapa bahan pangan. Kerusakan sel dan meningkatnya luas permukaan menyebabkan meningkatnya reaksi oksidasi serta kecepatan aktivitas mikrobiologis dan enzimatis. Pengecilan ukuran mempunyai pengaruh sedikit atau tidak sama sekali terhadap pengawetan. Makanan kering (seperti biji-bijian atan kacang-kacangan) memerlukan a_w yang rendah untuk penyimpanan dalam beberapa bulan setelah digiling tanpa perubahan nilai gizi ataupun kualitas makannya, akan tetapi bahan makanan yang basah cepat rusak bila proses pengawetan (seperti pendinginan, pembekuan dan pemanasan) tidak dilakukan.

a) **Karakteristik Sensoris**

Kehilangan senyawa yang mudah menguap dari rempah-rempah dan kacang-kacangan akan terjadi apabila suhu penggilingan meningkat. Pada makanan basah, kerusakan sel akan mengakibatkan enzim dan bahan tercampur yang menyebabkan terjadinya penurunan flavor, aroma dan warna. Keluarnya cairan sel bahan akan menjadi media yang baik untuk pertumbuhan mikroba dan juga akan menyebabkan terjadinya penyimpangan flavor dan aroma.

Pada bahan cair, homogenisasi akan mempunyai dampak warna pada beberapa makanan (seperti susu), karena banyaknya jumlah globula lemak akan memantulkan dan menyebarkan cahaya. Flavor dan aroma meningkat pada beberapa makanan hasil emulsifikasi karena senyawa volatil menyebar melalui makanan dan kontak dengan indera pengecap saat makan. Nilai gizi makanan teremulsi berubah apabila komponennya dipisahkan (contohnya pada pemmbuatan mentega), dan akan meningkatkan daya cerna lemak dan protein dari makanan karena pengecilan ukuran partikel.

b) **Nilai Gizi**

Meningkatnya luas permukaan bahan karena pengecilan ukuran menyebabkan hilangnya nilai gizi karena oksidasi asam lemak dan karoten. Kehilangan vitamin C dan thiamin pada irisan buah-buahan dan sayuran cukup besar (contohnya 78% penurunan vitamin C pada irisan mentimun). Kehilangan selama penyimpanan tergantung pada suhu dan kadar air bahan, juga pada konsentrasi oksigen pada tempat penyimpanan. Pada makanan kering, besarnya kehilangan nilai gizi hasil dari pemisahan bagian bahan terjadi setelah proses pengecilan ukuran (contohnya pemisahan kulit/sekam dari beras, gandum atau jagung) (Fellow, 2000)

c) **Viskositas atau Tekstur**

Pada beberapa bahan makanan cair atau semi cair, rasa di mulut ditentukan oleh pemilihan jenis emulsifier dan stabiliser juga kontrol kondisi homogenisasi. Pada susu, homogenisasi mengecilkan ukuran globula lemak dari 4 μm ke ukuran kurang dari 1 μm, yang menghasilkan susu dengan tekstur yang lebih kental. Meningkatnya viskositas disebabkan banyaknya globula dan adsorpsi kasein melalui permukaan globula.

Pada bahan makanan padat yang teremulsi, tekstur ditentukan oleh komposisi bahan, kondisi homogenisasi dan proses selanjutnya seperti pemanasan atau pembekuan. Emulsi daging (seperti sosis dan bakso) merupakan emulsi lemak dalam air (o/w) dimana fase kontinyu merupakan sistem koloid yang kompleks dari gelatin, protein, mineral dan vitamin yaitu pada fase dispersi globula lemak.

Catat peralatan pengecilan ukuran apa saja yang ada di ruang pengolahan di sekolah Anda. Tuliskan juga fungsi peralatan tersebut dalam pengecilan ukuran. Diskusikan bersama teman satu meja hasil yang Anda peroleh, dan komunikasikan di muka kelas.

Lakukan praktik dengan lembar kerja yang sudah tersedia secara berkelompok sesuai arahan guru!

Bagi semua peserta didik menjadi 4 atau 8 kelompok!

Buat kesimpulan dari praktik yang dilakukan, kemudian presentasikan di muka kelas!

Lembar Kerja

PENGECILAN UKURAN

Tujuan

Setelah menyelesaikan praktik ini, peserta didk mampu memahami konsep pengecilan ukuran dan faktor-faktor yang mempengaruhinya.

Alat:

1) Pisau
2) Talenan
3) Loyang plastik
4) Parutan kelapa
5) Sarangan santan
6) Gelas ukur
7) Gelas kimia
8) Penggaris
9) Timbangan
10) Sendok kecil

Bahan:

1) Singkong
2) Gula pasir (kasar dan halus)
3) Bawang putih
4) Kelapa

Langkah Kerja:

1) Singkong

a) Ambil singkong, kemudian cuci sampai bersih.
b) Potong dengan menggunakan pisau dengan ukuran 10x5x2 Cm, sebanyak 3 buah.
c) Ukur luas permukaan potongan singkong pertama.
d) Ambil potongan singkong kedua dibagi menjadi 2 bagian, ukur luas permukaan semua potongan singkong kedua.
e) Potongan singkong ketiga dibagi menjadi 4 bagian, ukur luas permukaan semua potongan singkong ketiga.

f) Catat hasil pengamatan.

g) Buat kesimpulan dan diskusikan dengan teman-teman Saudara.

2) Kelapa

a) Bagi kelapa menjadi 2 bagian.

b) Parut satu bagian kelapa dengan ukuran parut biasa/kecil, dan satu bagian dengan ukuran parut besar.

c) Timbang masing-masing dengan berat yang sama.

d) beri air sebanyak 100 mL, kemudian peras santannya, masukkan ke dalam gelas kimia 250 mL.

e) Diamkan selama 1 jam, kemudian ukur santan kentalnya.

f) Catat hasil pengamatan.

g) Buat kesimpulan dan diskusikan dengan teman-teman Saudara.

3) Bawang Putih

a) Ambil 3 siung bawang putih dan kupas kulitnya.

b) Ambil satu siung bawang putih dan belah menbjadi 2 bagian.

c) Bawang putih kedua diiris dengan ukuran $\pm$ 2 mm.

d) Bawang putih ketiga dicincang.

e) Amati aroma ketiga kelompok bawang putih tersebut.

f) Catat hasil pengamatan.

g) Buat kesimpulan dan diskusikan dengan teman-teman Saudara.

4) Gula Pasir

a) Timbang 10 gram gula pasir kasar dan 10 gram gula pasir halus.

b) Masing-masing masukkan ke dalam gelas.

c) Tambahkan 50 mL air, kemudian aduk sampai gula larut.

d) Hitung berapa lama waktu yang diperlukan untuk masing-masing gula tersebut melarut.

e) Catat hasil pengamatan.

f) Buat kesimpulan dan diskusikan dengan teman-teman Saudara.

b. Pencampuran

Pencampuran adalah penyebaran satu partikel ke partikel yang lain dengan tujuan untuk mendapatkan penyebaran partikel-partikel yang merata antara partikel satu dengan lainnya. Proses pencampuran ini umum dijumpai sebagai salah satu unit pengolahan hasil-hasil pertanian. Untuk keberhasilan suatu proses pencampuran ada beberapa hal yang harus diperhatikan antara lain:

1) Viskositas

   Semakin tinggi viskositas bahan campuran, makin sulit dilakukan pencampuran sehingga membutuhkan tenaga yang lebih besar

2) Perbedaan berat jenis

   Partikel-partikel yang mempunyai berat jenis yang tinggi cenderung untuk ke dasar atau ke bawah, sedangkan partikel-partikel yang mempunyai berat jenis yang rendah cenderung ke atas. Jika dalam proses pencampuran bahan-bahan yang digunakan bervariasi berat jenisnya, maka proses pencampuran semakin sulit. Kecenderungan ini dapat dilawan dengan mengangkat bahan-bahan ke tengah-tengah campuran atau dibantu dengan emulsifier

3) Tidak ada sudut yang mati

   Dalam proses pencampuran diusahakan sudut-sudut yang mati dapat terangkut/terbawa ke sana kemari dalam proses pencampuran sehingga akan terjadi proses pencampuran secara maksimal.

Dalam pengolahan hasil pertanian, campuran adalah suatu kombinasi dari beberapa bahan dasar dan bahan tambahan yang menyebar secara acak dan merata. Campuran yang rata dinamakan campuran homogen. Pencampuran dimaksudkan untuk membuat suatu bentuk yang utuh (berupa campuran) dari beberapa bahan.

Pencampuran dapat digolongkan menjadi 3 macam berdasarkan sifat fisik bahannya yaitu pencampuran kering, basah dan semi basah.

Pencampuran bahan pangan kering umumnya terjadi pada bahan pangan yang berbentuk tepung-tepungan (*powder*) atau granula. Proses pencampuran pada bahan pangan kering bertujuan untuk membuat suatu bentuk yang seragam dari beberapa bahan pangan kering. Pada pencampuran basah dan semi basah, bahan yang dicampur bisa berbentuk cair dengan padat, cair dengan cair, bahkan cair dengan gas. Proses pencampuran banyak dilakukan pada industri pangan, salah satu contoh dalam industri pembuatan roti proses pencampuran terjadi dalam bentuk kering yaitu tepung terigu, gula dan susu bubuk. Pencampuran semi basah yaitu pencampuran antara bahan kering dengan air atau telur dan sebagainya.

Prinsip pencampuran didasarkan pada peningkatan pengacakan dan penyebaran dua atau lebih komponen yang mempunyai sifat berbeda. Derajat pencampuran dapat dicirikan dari waktu yang dibutuhkan; keadaan produk, atau bahkan jumlah tenaga yang dibutuhkan untuk melakukan pencampuran. Keseragaman pencampuran dapat diukur dari sampel yang diambil selama pencampuran. Jika komponen yang dicampur telah terdistribusi secara acak maka dapat dikatakan proses pencampuran telah berlangsung baik. Kegiatan ini memerlukan berbagai jenis alat pencampur atau *mixer* untuk menghasilkan campuran yang homogen.

Peralatan pencampur atau *mixer* dapat dibagi menjadi dua golongan, yaitu:

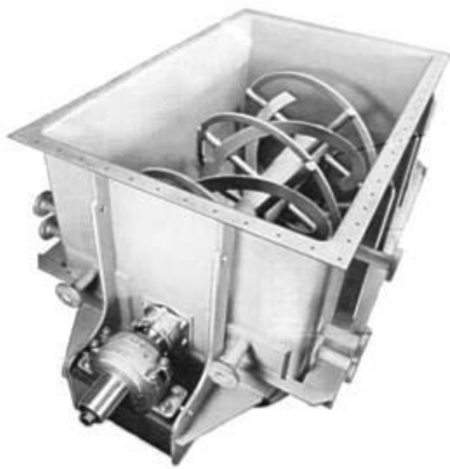
1) Berdasarkan jenis bahan yang dicampur, yaitu alat pencampur cairan, alat pencampur granula atau tepung, dan alat pencampur pasta.
2) Berdasarkan jenis pengaduk, yaitu *double cone mixers, ribbon blender, planetary mixers,* dan *propeller mixers*.

1) **Alat Pencampur**

a) **Jenis-jenis Alat Pencampur Bahan Kering**

(1) ***Ribbon blender***

Granula dan atau tepung dapat dicampur menggunakan alat *ribbon blender* dan *double cone mixers*. *Ribbon blender* terdiri dari silinder horisontal yang didalamnya dilengkapi dengan ulir yang berputar. Apabila ulir berputar maka bahan-bahan tersebut akan tercampur dan bergerak bolak-balik dari satu sisi ke sisi lainnya. Dengan demikian, bahan-bahan tersebut akan tercampur selama ulir bergerak.



Gambar 18. *Ribbon blender* (Lily, 2012)

(2) ***Double cone mixer***

Double cone mixer adalah alat yang terdiri dari dua kerucut yang berputar pada porosnya. Jika kerucut berputar, maka bahan yang ada di dalamnya akan teraduk atau tercampur.

Pencampuran tipe ini memerlukan energi dan tenaga yang lebih besar. Oleh karena itu harus diperhatikan jangan sampai energi yang digunakan diubah menjadi panas yang dapat menyebabkan terjadinya kenaikan temperatur produk. Alat ini cocok digunakan untuk mencampur bahan yang berbentuk biji-bijian atau granula.



Gambar 19. *Double cone mixer* (Lily, 2012)

(3) *Twin-shell blender*

Twin-shell blender merupakan alat pencampur yang memiliki 2 pintu pemasukan bahan pangan kering (a dan b) yang kemudian menyatu pada suatu bagian atau muara (c). Diantara dua tabung dan muara, terdapat poros rotasi yang dapat memutarkan alat secara vertikal. Ketika proses perputaran terjadi, bahan yang terkumpul di bagian muara (c) akan terbagi kembali menjadi dua bagian di masing-masing tabung (a dan b). Proses pembagian dan pengumpulan bahan yang berulang-ulang akan mengakibatkan proses pencampuran antara dua bahan yang berbeda tersebut.

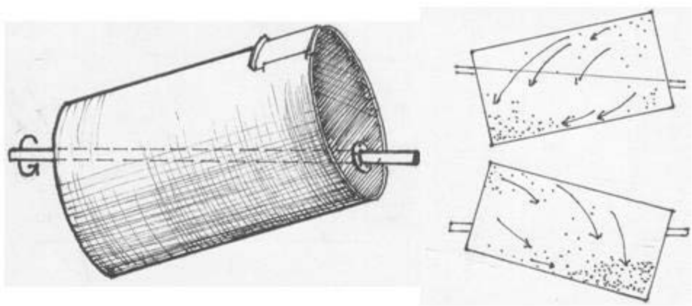


Keterangan:
a & b : tempat pemasukan bahan kering
c : tempat pencampuran

Gambar 20. *Twin-shell blender*

(4) Drum miring

Proses pencampuran yang terjadi di dalam alat drum miring adalah bergesernya tempat penumpukan bahan sehingga bahan akan teraduk dengan sendirinya. Drum memiliki poros rotasi yang berputar secara vertikal, namun drum tersebut ditempatkan dengan posisi yang tidak simetris terhadap sumbu horisontal atau as (poros rotasi). Pencampuran bahan terjadi ketika bahan tersebut mengalami perpindahan posisi akibat drum yang berputar. Bahan yang berada dibawah akan ikut terbawa keatas oleh perputaran drum, namun kembali jatuh secara perlahan yang mengakibatkan bahan dapat tercampur. Putaran drum yang berulang-ulang menyebabkan bahan-bahan tercampur dengan merata.

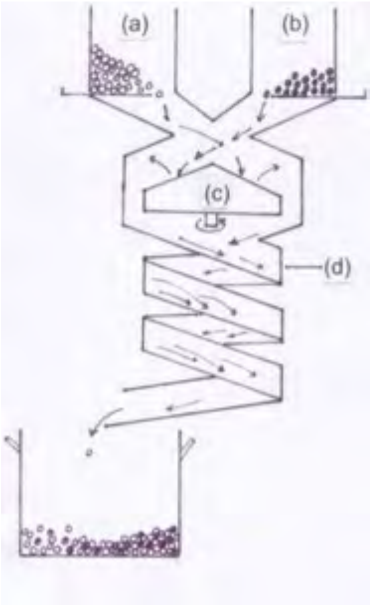


Gambar 21. Drum miring (Lily, 2012)

(5) *Mixer*

Pada alat ini terdapat dua corong pemasukan bahan (a dan b) yang dilengkapi dengan pintu pengatur pemasukan bahan. Alat ini juga dilengkapi dengan piringan yang berputar dibagian tengahnya (c). Dua bahan yang berbeda dimasukkan bersama-sama melalui kedua pintu pemasukan.

Bahan-bahan tersebut akan turun dan menyentuh piringan yang berputar tersebut, sehingga bahan-bahan tersebut saling ter-pelanting, pada saat itulah mulai terjadi pencampuran. Proses pencampuran ber-lanjut ketika bahan-bahan turun melewati saluran yang memutar (d). Bahan-bahan menggelinding dan saling bertukar tempat membentuk suatu campuran. Selanjut-nya bahan yang tercampur tersebut keluar melalui corong pengeluaran. Jika campuran yang dihasilkan belum rata, pengadukan/pencampuran dapat diulangi lagi dengan cara memasukkan kembali campuran yang belum rata tersebut melalui corong pemasukan bahan. Pengulangan pencampuran dapat dilakukan beberapa kali sampai diperoleh campuran yang homogen.



Gambar 22. Mixer (Lily, 2012)

(6) Sekop

Sekop merupakan salah satu contoh alat pencampur bahan pangan kering secara manual. Sekop ini digunakan sebagai alat bantu untuk melakukan pencampuran bahan pangan kering dengan cara *quartering.* Bahan pangan kering yang akan dicampur dijadikan satu terlebih dahulu kemudian diratakan lalu dibagi atau dipotong menjadi empat bagian (*quarter*).

Bagian pertama diambil dan dibuat tumpukan baru. Kemudian diambil bagian kedua yang letaknya bersilangan dengan bagian pertama dan ditumpukkan di atas tumpukan pertama. Selanjutnya diikuti dengan bagian ketiga dan keempat. Pembagian dan penumpukan dilakukan berulang-ulang sampai diperoleh campuran yang rata.

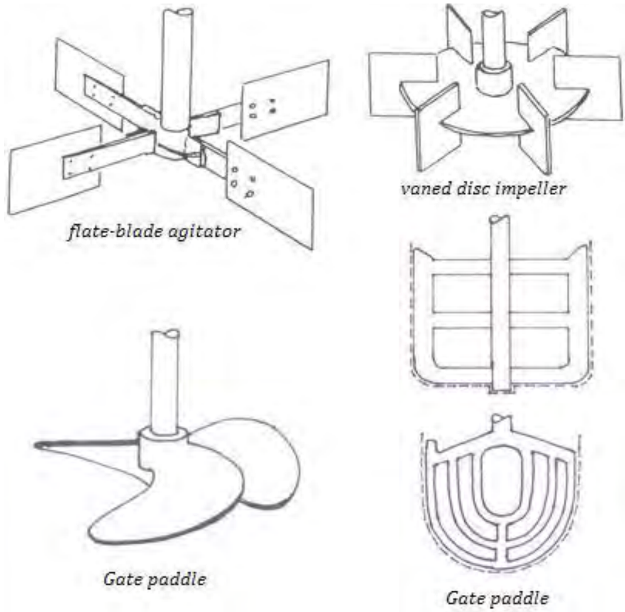
b) Jenis-jenis Alat Pencampur Bahan Basah dan Semi Basah

(1) Tangki dengan Pengaduk (Agitator)

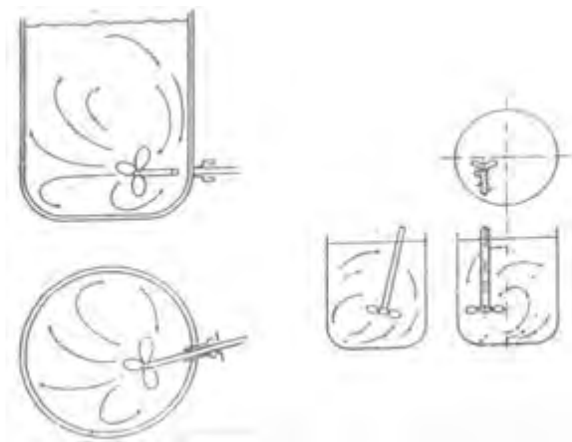
Tangki pengaduk biasanya digunakan untuk mencampur bahan yang terlarut, baik cair-cair maupun padat-cair. Bahan cair, yang biasanya berjumlah lebih banyak, dimasukkan terlebih dulu kedalam tangki kemudian pengaduk dijalankan. Setelah bahan cair tadi berputar atau teraduk, baru dimasukkan bahan yang akan dicampurkan. Pengadukan diteruskan sampai semua bahan tercampur rata / larut sempurna.

Untuk mencampur cairan, *propeller mixers* adalah jenis alat yang paling umum digunakan dan paling baik hasilnya. Alat ini terdiri dari tangki silinder yang dilengkapi dengan *propeller/ blades* beserta motor pemutar. Bentuk pengaduk didesain sedemikian rupa sehingga proses pencampuran dapat berlangsung cepat dan menghasilkan campuran yang rata. Pada jenis alat pencampur ini diusahakan untuk menghindari aliran monoton yang berputar melingkari dinding tangki karena dapat memperlambat proses pencampuran. Untuk itu kadang-kadang letak pengaduk harus diputar sedikit sehingga tidak persis simetri terhadap dinding tangki. Penambahan sekat-sekat (*baffles*) pada dinding tangki juga dapat menciptakan pengaruh pengadukan, namun menimbulkan masalah karena sulit membersihkannya.

Pemilihan jenis pengaduk didasarkan pada tingkat kekentalan cairan. Jenis-jenis pengaduk/agitator dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 23. Jenis-jenis alat pengaduk (agitator) (Lily, 2012)



Gambar 24. Posisi agitator dalam tangki dan arah aliran cairan (Lily, 2012)

(2) *Hand Mixer*

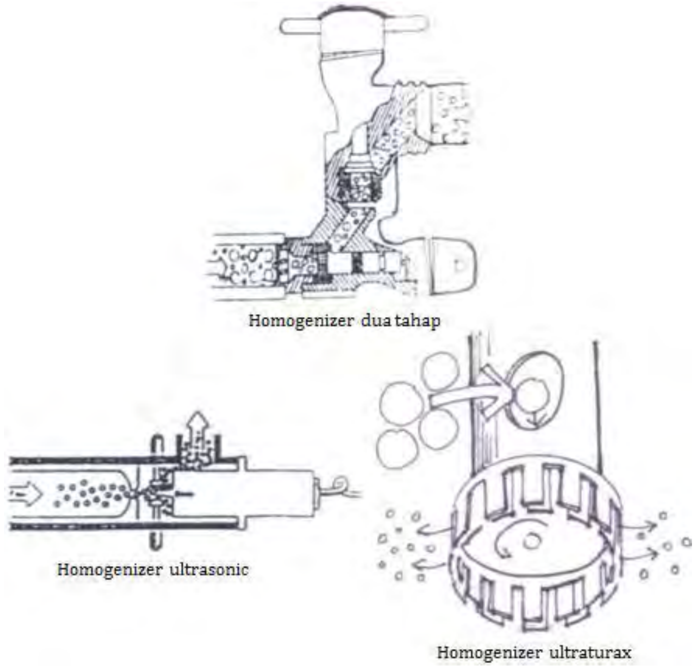


Gambar 25. Hand Mixer (Lily, 2012)

Digunakan untuk mencampur bahan cair dengan bahan padat yang dapat larut atau yang tidak dapat larut. Padatan yang dicampur dapat berbentuk tepung atau butiran-butiran yang halus. Prinsip pencampurannya adalah penghancuran, pendis-persian, dan pengadukan. Mula-mula bahan cair diaduk dengan *hand mixer* didalam suatu wadah kemudian padatan (tepung) ditambahkan. Pengaduk yang bentuknya pipih akan mnghancurkan gumpalan-gumpalan tepung, kemudian dengan putarannya yang cepat tepung tersebut disebarkan kedalam cairan. *Hand Mixer* juga dapat digunakan untuk mencampur minyak dengan air, misalnya pada pembuatan mayonaise.

(3) *Homogenizer*

Homogenizer biasanya digunakan untuk mencampur bahan cair dengan cair yang tidak saling melarutkan, misalnya minyak dengan air. *Homogenizer* menghancurkan bagian yang tidak terlarut (minyak) menjadi partikel-partikel yang sangat halus dan kemudian mendispersikannya dengan kecepatan tinggi ke seluruh bagian cairan yang lain (air). Jumlah minyak/lemak biasanya lebih sedikit dibandingkan dengan air. Misalnya pada pembuatan *salad dressing*, es krim, homogenisasi susu, dan lain-lain.



Gambar 26. Jenis-jenis homogenizer (Lily, 2012)

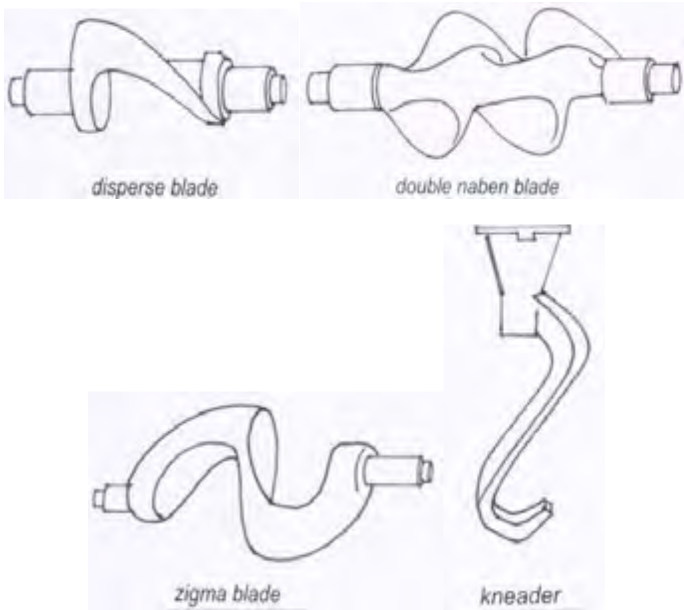
(4) **Pengadon**



Gambar 27. Gambar alat pengadon

Digunakan untuk mencampur bahan-bahan padat dengan bahan cair membentuk campuran yang sangat kental, kenyal dan ulet, misalnya adonan mie atau adonan roti. Alat pengadon bekerja dengan cara memotong/ menyobek/menarik, menekan dan membalik. Contoh alat pengadon adalah *dough mixer* untuk membuat adonan roti.

Pemilihan pengaduk pada proses pencampuran ini didasarkan pada tingkat kekentalan pasta atau adonan yang dibuat.



Gambar 28. Jenis-jenis pengaduk untuk pasta atau adonan
(Lily, 2012)

2) Proses Pencampuran

Beberapa cara mencampur basah / semi basah yang banyak dilakukan di industri pangan adalah (1) Pengadukan, (2) Pendispersian, (3) Pengemulsian, dan (4) Pengadonan.

Tabel 1. Beberapa contoh operasi pencampuran.

KLASIFIKASI PENCAMPURAN	PROSES YANG DIGUNAKAN	CONTOH
Bahan terlarut	Pengadukan	- melarutkan gula, sirup - menambahkan asam pada susu - mencampur susu dengan kultur starter pada pembuatan keju - pengadukan di dalam tangki dengan *heat exchanger* (puree buah dan sayuran, es krim, anggur) - *flavoring* pada soft drink
Bahan tidak terlarut	Pengadukan Pengemulsian	- mencegah pemisahan krim susu di dalam tangki susu - mencampur uap air dan minyak pada pembuatan bahan untuk margarin - salad dressing - milk dressing - mayonaise
Padatan di dalam larutan	Pendispersian	- Mencampur kristal gula dalam susu kental manis - Mendispersikan tepung ke dalam cairan (tepung susu dan coklat)
Pasta	Pemotongan / Pengadonan	- Pengadukan untuk pembuatan roti, adonan cake - Persiapan komponen soup (soup kering)

3) Menyiapkan Campuran

Persiapan campuran perlu dilakukan dengan baik dan teliti agar proses pencampuran dan produk yang dihasilkan dapat memenuhi spesifikasi dan persyaratan yang ditetapkan. Persiapan pencampuran meliputi persiapan alat utama dan alat bantu, persiapan bahan, dan persiapan tempat kerja.

a) **Persiapan Alat**

(1) Timbangan

(a) Timbangan dibersihkan dengan lap kering atau kuas. Jika ada kotoran yang melekat, terutama pada bagian skala timbangan, dibersihkan dengan lap basah sampai kotoran hilang. Kemudian dikeringkan dengan lap kering sampai benar-benar bersih dan kering. Lakukan pekerjaan ini dengan sangat hati-hati agar tidak merusak skala timbangan.

(b) Timbangan perlu diuji coba untuk mengetahui apakah berfungsi dengan baik atau tidak.

(c) Persiapan timbangan disesuaikan dengan SOP.

(2) Gelas Ukur atau Literan

(a) Alat ukur atau literan yang akan digunakan harus mempunyai skala volume yang jelas dan mudah dibaca.

(b) Alat ukur harus dalam keadaan bersih dan kering sebelum digunakan.

(c) Alat ukur harus mempunyai skala minimum sesuai dengan syarat ketelitian pengukuran yang diminta.

(3) Alat Pencampur

(a) Jika alat pencampur menggunakan tenaga listrik, perlu dilakukan pengecekan pada motor listrik, kabel-kabel, *stecker* (colokan), *socket* (stop kontak), saklar on/off, pengatur kecepatan, pengatur waktu (*timer*) dan sambungan-sambungan kabel. Jika ada kondisi yang menyimpang, harus segera ditangani atau dicatat dan dilaporkan.

(b) Bak pencampur dan pengaduk dibersihkan dengan menggunakan lap kering. Kotoran-kotoran yang menempel kuat dibersihkan dengan air dan sikat atau lap basah. Hati-

hati jangan ada air yang mengenai bagian motor listrik. Kemudian keringkan dengan menggunakan lap kering.

(c) Alat pencampur perlu diuji coba sebelum digunakan. Jika ada penyimpangan harus segera ditangani, dicatat, dan dilaporkan. Kemudian dilakukan uji coba lagi sampai alat siap digunakan.

(d) Prosedur penyiapan alat harus disesuaikan dengan SOP tempat kerja.

(4) Wadah

Wadah yang digunakan harus dalam keadaan bersih kering. Kapasitas wadah harus disesuaikan dengan jumlah bahan yang akan ditempatkan di dalamnya. Cara pembersihan dan penempatan wadah disesuaikan dengan persyaratan di tempat kerja.

(5) Peralatan Lain

Alat angkut (troli, konveyor, dan sebagainya) serta alat pembersih/ alat sortasi dibersihkan dan disiapkan sesuai dengan persyaratan. Air yang digunakan untuk mencuci peralatan, terutama yang kontak langsung dengan bahan harus memenuhi persyaratan air minum.

(6) Perlengkapan Kerja

Sarung tangan, topi atau jaring penutup rambut, masker, sepatu boots, pakaian kerja, format-format data, label, spidol permanen, dan lain-lain harus disiapakan sesuai dengan persyaratan kerja.

b) Persiapan Bahan

(1) Formula

Formula/resep/komposisi adalah ketentuan tentang jenis dan jumlah dari beberapa bahan yang dibuat campuran. Jumlah bahan biasanya dinyatakan dalam satuan persen, satuan berat (kilogram, gram, dan sebagainya), satuan volume (galon, liter, mililiter, dan sebagainya).

Tabel 2. Contoh komposisi/formula/resep yang menggunakan satuan persen (%)

Jenis bahan	Jumlah
1. Tepung terigu	100 %
2. Ragi	1,6 %
3. Gula pasir	11 %
4. Margarin	10 %
5. Garam	1,6 %
6. Telur	10 %
7. Susu	4 %
8. Pelembut	0,4 %
9. Air	45-50%

Tabel 3. Contoh komposisi/formula/resep yang menggunakan satuan gram (g)

Jenis bahan	Jumlah
1. Tepung terigu	1000 g
2. Ragi	16 g
3. Gula pasir	110 g
4. Margarin	100 g
5. Garam	16 g
6. Telur	100 g
7. Susu	40 g
8. Pelembut	4 g
9. Air	450-500 g

(2) Pengidentifikasian dan Perhitungan Kebutuhan Bahan

(a) Kebutuhan bahan-bahan baku (*ingridients*) maupun bahan tambahan (*additives*) dapat diidentifikasi atau diketahui dari resep/ formula campuran yang akan dibuat.

(b) Jumlah bahan yang dibutuhkan disesuaikan dengan resep/ formula dan banyaknya produk campuran yang akan dibuat. Misalnya, pabrik donat setiap bulan membuat ptoduk dengan bahan dasar terigu 100 kg dengan resep/formula tersebut di atas. Maka kebutuhan bahan per bulan dapat dihitung sebagai berikut :

- Tepung terigu = 100 kg
- Ragi 1,6/100 x 100 kg = 1,6 kg
- Gula pasir 11/100 x 100 kg = 11 kg
- Margarin 10/100 x 100 kg = 10 kg
- Garam 1,6/100 x 100 kg = 1,6 kg
- Telur 10/100 x 100 kg = 10 kg
- Susu 4/100 x 100 kg = 4 kg
- Pelembut 0,4/100 x 100 kg = 0,4 kg
- Air 45/100 x 100 kg = 45 kg

(3) Pengecekan Bahan

(a) Spesifikasi bahan yang akan dicampur disesuaikan dengan persyaratan produksi yang diminta.

(b) Bahan yang spesifikasinya menyimpang dicatat dan diberi label. Demikian juga dengan bahan yang memenuhi syarat.

(4) Pembersihan dan Sortasi

Bahan-bahan dasar dibersihkan/disortasi sesuai dengan prosedur yang ditetapkan. Bahan-bahan yang sudah dibersihkan/disortasi ditempatkan dalam wadah yang ditentukan dan diberi label.

(5) Penimbangan Bahan

(a) Timbangan harus diketahui kapasitas maksimum dan minimumnya. Penimbangan bahan tidak boleh melebihi batas kemampuan timbangan.

(b) Jumlah bahan yang ditimbang harus disesuaikan dengan resep/ formula dan kapasitas minimum/maksimum alat pencampur.

Contoh : Resep/formula campuran bahan untuk membuat adonan donat sebagai berikut:

- Tepung terigu = 1000 g
- Ragi = 16 g
- Gula pasir = 110 g
- Margarin = 100 g
- Garam = 16 g
- Telur = 100 g
- Susu = 40 g
- Pelembut = 4 g
- Air = 450 g

Jika kapasitas maksimum alat pencampur (mixer) adalah 3 kg terigu, maka bahan-bahan harus ditimbang paling banyak adalah sebagai berikut :

- Tepung terigu 1000 g x 3 = 3000 g
- Ragi 16 g x 3 = 48 g
- Gula pasir 110 g x 3 = 330 g
- Margarin 100 g x 3 = 300 g
- Garam 16 g x 3 = 48 g
- Telur 100 g x 3 = 300 g
- Susu 40 g x 3 = 120 g
- Pelembut 4 g x 3 = 12 g
- Air 450 g x 3 = 1350 g

(c) Bahan yang ditimbang harus ditempatkan dalam wadah yang bersih dan sudah diketahui beratnya.

(d) Tidak boleh ada bahan yang tercecer pada saat penimbangan. Jika ada bahan yang tercecer tidak boleh dimasukkan lagi ke dalam wadah, harus disingkirkan.

(e) Bahan yang sudah ditimbang harus diberi label (nama bahan, bobot bahan, kelas mutu, dan sebagainya) sesuai dengan ketentuan, kemudian ditempatkan di tempat yang telah ditetapkan.



Gambar 29. Contoh hasil proses pencampuran

Lakukan praktik sesuai perintah guru Anda, dengan lembar kerja yang sudah tersedia secara berkelompok !

Bagi semua peserta didik menjadi 6 kelompok !

Bandingkan hasil praktik kelompok Anda dengan kelompok lainnya.

Buat kesimpulan dari praktik yang dilakukan, kemudian presentasikan di muka kelas !

Lembar Kerja

PENCAMPURAN

Acara : Melakukan Proses Pengadukan/Pencampuran

Tujuan

Peserta didik dapat melakukan proses pencampuran dan mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhinya.

Alat dan Bahan

Alat :

1) Timbangan
2) Mesin pengaduk
3) Wadah
4) Gelas piala 250 mL
5) Penggorengan
6) Kompor

Bahan :

1) Terigu protein tinggi : 250 gr
2) Ragi : 4 gr
3) Gula pasir : 27,5 gr
4) Margarin : 25 gr
5) Telur : 25 gr
6) Susu : 10 gr
7) Garam : 4 gr
8) Pelembut : 1 gr
9) Air : 112,5 gr
10) Minyak goreng : 1 L

Langkah Kerja

1) Bahan ditimbang sesuai resep.
2) Kelompok 1:
   a) Semua bahan kering kecuali garam diaduk rata.
   b) Masukkan telur, garam dan air, aduk sampai menggumpal.
   c) Masukkan margarin, aduk sampai kalis.
   d) Ambil 50 gram adonan, masukkan ke dalam gelas piala dan sisanya dibulatkan, kemudian tutup dengan plastik, fermentasi selama 30 menit.

e) Amati pengembangan adonan pada gelas piala.

f) Timbang sisa adonan seberat 20 gram, bulatkan dan fermentasi 10-15 menit.

g) Bentuk dengan cara dipipihkan, kemudian fermentasi lagi selama 25 menit.

h) Goreng dalam minyak panas sampai warna kecoklatan, dinginkan.

i) Amati produk yang dihasilkan.

3) Kelompok 2:

a) Campurkan ragi, gula dan garam, aduk rata.

b) Masukkan bahan kering lainnya, aduk rata.

c) Masukkan telur dan air, aduk sampai menggumpal.

d) Masukkan margarin, aduk sampai kalis.

e) Lakukan langkah selanjutnya seperti poin 2d s.d 2i.

4) Kelompok 3:

a) Campurkan semua bahan kering dan margarin, aduk rata.

b) Masukkan telur, garam dan air, aduk sampai kalis.

c) Lakukan langkah selanjutnya seperti poin 2d s.d 2i.

5) Kelompok 4:

a) Campurkan semua bahan, aduk rata sampai kalis.

b) Lakukan langkah selanjutnya seperti poin 2d s.d 2i.

6) Bandingkan hasil yang diperoleh dari masing-masing kelompok

7) Buat kesimpulan dan diskusikan dengan teman-teman kelompok Anda.

Lembar Hasil Pengamatan

1) Pengembangan adonan dalam gelas piala

Kelompok	Volume bahan awal	Volume bahan setelah 30 menit
1 2 3 4		

Kesimpulan:

....

....

....

2) Hasil penggorengan adonan

Kelompok	Volume Pengembangan	Kepadatan/Tekstur Bagian Dalam
1 2 3 4		

Kesimpulan:

....

....

....

c. Emulsifikasi

Dalam kehidupan keseharian dijumpai banyak sekali bentuk bentuk makanan yang telah mengalami proses pengolahan sehingga membentuk kekhususan dan menjadi sangat jauh berbeda dalam bentuk aslinya, misalnya mayonise yang digunakan sebagai salad, saus dll, mayonise merupakan campuran antara minyak kedele dengan air. Tujuan dari proses pengolahan tersebut disamping sebagai penyedap cita rasa, pengawet, juga untuk memperbaiki tampilan atau perormance dari bahan dasarnya.

Sebenarnya emulsi adalah dispersi cair dengan cair, sebab ada dispersi yang lainnya misalnya dispersi gas dalam cairan sebagai contoh busa, cairan dalam gas (*aerosol*). Secara lebih luas dispersi didifinisikan sebagai kontak antara 2 phase bahan yang mempunyai sifat kimia dan sifat fisika dengan aktivitas bahan yang tinggi. Biasanya peralatan yang digunakan untuk proses ini adalah *colloid mill* dan *homogenizer*.

Dispersi partikel disebabkan karena ***ukuran partikelnya***, berhubungan dengan ***muatan listrik*** dari partikel partikel didalamnya sehingga mengakibatkan gaya listrik, serta ***gaya fisika*** antar partikel karena pengaruh gaya mekanik.

Ukuran partikel dapat dianalisa dari pengamatan fisik, pencahayaan ke media emulsinya atau disebut sebagai sifat akustik. Gaya interaktif antar partikel ini dibahas didalam ilmu rheologi. Dispersi partikel digambarkan dengan gerak brown.

Emulsi karena pengaruh gaya físika saja mengakibatkan hasil emulsinya tidak stabil. Kestabilan emulsi banyak dipengaruhi oleh gaya elektrostatik dan pengaruh panjang rantai melekul dari bahan.

Emulsi didifinisikan sebagai campuran dari dua bahan yang tidak saling campur, dimana bahan yang satu terdispersi (tersebar secara acak) ke dalam bahan yang lain. Contoh bahan yang terelmulsi: butter (mentega), margarine, film, espresso café (dalam margarine terjadi emulsi air dalam minyak).

1) Tipe Emulsi

Ada 2 tipe emulsi untuk minyak dan air yaitu :

a) emulsi minyak ke dalam air yaitu minyak disebarkan ke dalam air, contoh: ice cream (Oil/Water).
b) emulsi air ke dalam minyak, yaitu air didistribusikan merata ke dalam minyak contoh margarine dan butter (Water/Oil).
c) dari salah satu dari kedua emulsi ditambahkan bahan lainnya, contoh : bubuk coklat sulit larut dalam air, dengan perlakuan khusus coklat cair (bubuk coklat dalam minyak coklat) dilarutkan ke dalam air sehingga terbentuk emulsi. Dalam hal ini ada tipe *Water/Oil/Water* atau *Oil/Water/Oil*.

2) Sifat Sifat Emulsi Dan Kelarutan Bahan

Emulsifer yang larut dalam media air disebut sebagai hydrophilic sedangkan emulsifer yang larut dalam media minyak/oil disebut sebagai lipophilic. Ketika emulsifer dilarutkan kedalan campuran air dan minyak, bagaian yang suka air akan menancapkan bagaian hydrophilicnya kedalam air dan bagian lipophilicnya akan menancap kedalam minyak.

Kedalaman penyerapan (*arranged around*) antara bagian hydrophilic dan lipophilic disebut sebagai nilai hlb., penyerapan oleh phase keduanya mengakibatkan penurunan permukaan sehingga

menghasilkan kemudahan untuk bercampur. Nilai ini berkisar antara 0 hingga 20. Bahan emulsifer harus mempunyai dua nilai yaitu bagian *lipophilic* dan bagian *hydrophilic*, jika hanya mempunyai nilai salah satu dari keduanya maka tidak bisa digunakan sebagai emulsifer.

3) Sifat Sifat Emulsi dan Peralatan Pembentuk Emulsi

Emulsifer mempunyai gugus fungsional dimana ada bagian yang bersifat *hydrophilic* dan bagian yang lain bersifat *liphophillic*, pada keadaan ini dapat dipastikan bahwa larutan menjadi larutan koloid.

a) Emulsifikasi & Dispersi

Penambahan bahan emulsifier mengubah dua bahan yang tidak campur sama sekali menjadi larutan koloid yang kemudian disebut sebagai emulsi. Mekanisme yang terjadi jika bahan emulsi dimasukkan adalah:

(1) Penambahan emulsifier permulaan, menurunkan tegangan permukaan dan meniadakan lapisan antarmuka. Penambahan kosentrasi emulsifier lagi, terjadinya monomoculer yang lebih seragam. Tegangan permukaan turun sampai pada daerah minimum.

(2) Penambahan kosentrasi emulsifer lagi berakibat terbentuknya micelle, dengan terbentuknya micelle ini, penambahan kosentrasi emulsifer tidak merubah sifat sifat emulsi, titik ini dinamakan titik kritikal micelle (CMC point)

(3) Kelarutan bahan emulsifer, ketika bahan emulsi dilarutkan kedalam bahan, maka larutan tersebut mengalami proses semi transparansi, mekanisme yang terjadi seperti terbentuk kristalisasi atau warna larutan menjadi lebih terang

b) Foaming & Defoaming

Proses foaming (pembusaan) dapat terjadi bila larutan yang telah diberi bahan emulsifier kemudian deberi pengadukan maka bahan emulsifier akan tertarik ke permukaan lapisan larutan dan membentuk lapisan melekul tunggal, karena daya sentripental dari pengaduk, busa (foam) keluar dari larutan membentuk dua lapisan melekul *(bimolekuler layer*). Busa yang keluar akan pecah dengan sendirinya disebabkan karena migrasi dari lapisan bimokuler. Proses pembusaan (*foaming process*) Sangat diperlukan dalam proses sebagai effek dari emulsifier. Pembentukan foam atau proses pembusaan yang stabil sangat diperlukan dalam pembentukan cream (*creaming process*). Beberapa tipe proses makanan yang menghendaki texture lembut, seperti pembuatan cake, *ice cream*, *whipped topping*, dll.

Defoaming: adalah efek penambahan emulsi yang dikehendaki dalam beberapa proses makanan seperti dalam pembuatan jam, tofu, pembuatan gula dan dalam fermentasi industri. Penambahan sifat emulsi yang tepat sangat diperlukan dalam hal ini, dan teknik yang digunakan dalam proses defoaming adalah penambahan emulsifier:

(1) Emulsifier yang mempunyai specific gravity yang besar.

(2) Emulsifier yang tidak mudah membusa dalam larutan.

(3) Emulsifier yang mudah larut dalam air

c) *Wetting Agen*

Efek basah (*wetting effect*) dari bahan emulsifier adalah ada kandungan lembab pada sekeliling permukaan padatan. Bahan padatan bila dicampur dengan bahan emulsifier menjadi bersifat hydrophilic. Misalnya *chewing gum* yang dioleskan pada gigi.

Mekanisme pembersihan pada permukaan gigi sulit dilakukan karena permukaan gigi yang selalu basah (gaya adhesi yang kuat) & bersifat hydrophilic, keadaan selalu basah inilah yang menyebabkan sulit. Dengan menambah chewing gum pada pasta gigi maka permukaan gigi mudah dibersihkan.

4) Sistem Emulsi Pada Bakso

Bakso adalah salah satu sistem emulsi yang mempunyai karakteristik hampir sama dengan minyak dalam air (o/w), dimana lemak sebagai fase diskontinyu dan air sebagai fase kontinyu, sedangkan protein berperan sebagai "emulsifier". Selama percampuran adonan, protein terlarut membentuk matrik yang menyelubungi lemak. Dengan pemasakan akan terjadi koagulasi protein oleh panas dan terjadi pengikatan butiran yang terperangkap dalam matrik protein.

Emulsi adalah suatu sistem koloid, di dalam emulsi tersebut molekul-molekul dari cairan yang bertindak sebagai fase terdispersi tidak terlarut ke dalam molekul-molekul cairan lain yang berperan sebagai fase kontinyu. Kedudukan molekul tersebut saling antagonis. (Winarno,1989).

Pada umumnya suatu sistem emulsi bersifat tidak stabil dan mudah mengalami pemisahan antara komponen-komponennya. Untuk menstabilkan emulsi, biasanya ditambahkan bahan-bahan tertentu yang kerap dikenal degan istilah "emulsifier", "stabilizer" atau "emulsifying agent". Beberapa ahli mengatakan "emulsifier" tersebut megandung gugus polar dan non polar. Gugus polar bersifat hidrofilik dan mempunyai sifat larut dalam air, sedangkan gugus non polar bersifat lipotik yang mempunyai kecendrungan larut dalam lemak atau minyak. Sifat ganda dari "emulsifer" tersebut yang diduga berperan dalam menstabilkan suatu sistem emulsi.

Seperti dijelaskan di atas yang berperan sebagai "emulsifier" dalam sistem emulsi bakso adalah protein. Bentuk molekul protein dapat terikat baik pada minyak atau air, dengan demikian dapat berkerja sebagai "emulsifier". Begitu pentingnya peran protein dalam suatu sistem emulsi bakso, maka kondisi protein harus selalu dijaga dan dicegah dari kerusakan. Dengan demikian harus diketahui faktor-faktor yang mempengaruhi kerusakan protein. Faktor utama yang perlu dikendalikan adalah: pengaruh panas. Timbulnya panas yang tinggi melebihi 16ºC sebelum dan selama emulsifikasi (pembuatan adonan) harus dihindari untuk menjaga kerusakan protein yang berperan sebagai "emulsifier".

Protein dapat menjalankan fungsinya sebagai emulsifier apabila dilakukan perlarutan terlebih dahulu. Beberapa jenis protein yang berperan sebagai "emulsifier" dapat di golongkan menjdi 3 golongan berdasarkan kelarutannya dalam air dan larutan garam yaitu:

a) Protein yang larut dalam air.
b) Protein yang larut dalam garam.
c) Protein yang tidak larut dalam kedua-duanya yaitu jaringan pengikat.

Golongan protein yang larut dalam air adalah protein sarkoplasma dan termasuk dalam protein sarkoplasma ini adalah mioglobin yang berperan sebagai pemberi warna pada daging. Sedangkan yang tergolong protein yang larut dalam garam adalah actin dan myosin.



Gambar 30. Contoh proses emulsifikasi.



Gambar 31. Contoh produk hasil proses emulsifikasi.

Lakukan praktik sesuai perintah guru Anda, dengan lembar kerja yang sudah tersedia secara berkelompok !

Bagi semua peserta didik menjadi 6 kelompok !

Bandingkan hasil praktik kelompok Anda dengan kelompok lainnya.

Buat kesimpulan dari praktik yang dilakukan, kemudian presentasikan di muka kelas !

Lembar Kerja

EMULSIFIKASI

Tujuan

Peserta mampu mendapatkan emulsi yang baik pada bakso.

Alat dan Bahan

Alat:

1) Food processor
2) Timbangan
3) Panci
4) Kompor

Bahan:

1) Daging sapi
2) Es batu
3) Garam
4) STPP
5) Bumbu
6) Tepung aren

Langkah Kerja

1) Siapkan alat dan bahan yang digunakan.
2) Timbang daging sapi 250 gram, garam 2%, tepung aren 10%, es batu 15-30%, semua dari berat daging.
3) Buat 3 perlakuan berbeda:
   a) 1 bagian dibuat dengan perlakuan lengkap
   b) 1 bagian dagingnya dicuci dengan air bersih
   c) 1 bagian tanpa penambahan es batu
4) Giling semua bahan sampai diperoleh adonan bakso.
5) Panaskan dalam air panas bersuhu 80°C biarkan selama 15-30 menit sampai bakso mengapung dan matang.
6) Amati hasil yang diperoleh.

Lembar Pengamatan

No	Perlakuan	Tekstur	Rasa

Kesimpulan:

d. Ekstraksi

Ekstraksi merupakan suatu proses pemisahan campuran dari suatu bahan untuk memperoleh bahan yang diinginkan. Bahan yang diekstraksi merupakan bahan yang banyak dijumpai di alam.

Pengetahuan mengenai ekstraksi sangat penting karena ekstraksi merupakan salah satu proses yang banyak digunakan untuk menghasilkan beraneka produk pangan. Ekstraksi banyak dilakukan di bidang agroindustri seperti pada industri kopi, teh, gula atau minyak kelapa.

Produk ekstraksi telah banyak dikembangkan. Hal ini membutuhkan perhatian yang besar karena sifatnya yang sangat potensial.

1) Mengidentifikasi Komoditas, Cara dan Alat Ekstraksi

Pengertian ekstraksi yaitu upaya untuk memperoleh zat/bahan atau bagian tertentu yang diinginkan dari suatu bahan atau campuran secara fisis, mekanis atau fisiko kimia.

a) Metode ekstraksi

Ekstraksi padat-cair dapat dilakukan melalui 4 (empat) metode, yaitu:

(1) Metode penggilingan dan pengepresan
(2) Metode pemisahan dan penyaringan
(3) Metode pengepresan
(4) Metode penyaringan dan penguapan

Contoh proses ekstrasi dengan metode penggilingan dan pengepresan dilakukan, pada pengolahan minyak biji pala. Mula-mula biji pala dilakukan proses pengecilan ukuran dengan cara digiling.

Biji yang telah hancur, kemudian diekstraksi untuk diambil minyaknya dengan cara pengepresan sampai diperoleh minyak yang masih bercampur air. Proses ini dilanjutkan dengan pemisahan antara minyak dengan air, sehingga diperoleh minyak.

Proses pemisahan pada tahap ini merupakan bagian dari ekstraksi, yaitu proses pengelompokan bahan-bahan yang tercampur atau memisahkan bagian (fraksi) tertentu dari suatu bahan. Proses pemisahan dilakukan berdasarkan perbedaan kondisi/karakteristik dari suatu bahan atau bagian/fraksi yang akan dipisahkan, sehingga satu dengan yang lainnya benar-benar dapat terpisah.

Proses pemisahan dilakukan pula pada pengolahan buah-buahan menjadi sari buah atau kedele menjadi susu kedele. Setelah bahan digiling,dilakukan pemisahan antara filtrat dan ampasnya melalui proses penyaringan menggunakan kain saring.

Proses pengepresan adalah proses pemisahan secara mekanis yang dilakukan berdasarkan pada perbedaan sifat fisik di antara bahan/ fraksi seperti halnya perbedaan ukuran, bentuk dan berat jenis. Pengepresan juga diartikan sebagai teknik pemisahan fraksi/bagian bahan yang berupa cairan dari bahan padat dengan menggunakan tekanan (Fellows, 2000). Teknik pengepresan pada bahan hasil pertanian bertujuan untuk mengekstrak bahan, misalnya pada pengolahan minyak pangan seperti minyak kopra atau minyak kacang. Dengan melakukan pengepresan pada bahan yang mengandung minyak, minyak akan keluar akibat adanya pemberian tekanan pada bahan.

Proses penyaringan adalah proses pemisahan bahan secara mekanis, yang dilakukan atas dasar perbedaan ukuran partikel bahan.

Penyaringan dilakukan dengan bantuan media filter dan pemberian tekanan yang berbeda. Molekul-molekul cairan dibiarkan menerobos lubang pada media filter, sedangkan partikel-partikel padat yang lebih kasar akan tertahan oleh media filter (Bernasconi, 1995). Penyaringan dimaksudkan untuk memisahkan bahan padat dan cairan misalnya pada pengolahan minyak kelapa. Perolehan santan dilakukan dengan proses penyaringan setelah kelapa dilakukan pemarutan (pengecilan ukuran) dan selanjutnya santan diuapkan melalui proses pemasakan sampai diperoleh minyak.

b) Mekanisme ekstraksi dengan bahan pengekstrak.

Secara ringkas tahapan proses ekstraksi dapat diuraikan sebagai berikut:

(1) Bahan yang akan diekstraksi dimasukan ke dalam tangki/wadah gilingan. Jumlah bahan yang akan digiling harus disesuaikan dengan kapasitas penggilingan.

(2) Bahan yang ada dalam tangki penggilingan digiling sampai hancur dengan penambahan air sesuai aturan yang telah ditentukan. Penambahan air dimaksudkan untuk mempermudah dalam proses penggilngan.

(3) Dalam proses penggilingan, bahan akan hancur seperti bubur sehingga ekstrak bahan akan lebih mudah diperoleh.

(4) Untuk memperoleh ekstrak bahan yang diinginkan perlu dilakukan penyaringan atau pemisahan antara bahan yang masih kasar dan lembut sehingga akan diperoleh filtrat yang diinginkan.

(5) Terjadinya proses pemisahan antara ekstrak dan ampasnya disebabkan adanya perbedaan ukuran halus dan kasar dalam proses penyaringan.

c) Faktor-faktor yang mempengaruhi ekstraksi

(1) Jenis alat penggilingan

Semakin tajam pisau dan semakain cepat gilingan akan semakin halus bahan dan semakin banyak ekstrak yang diperoleh.

(2) Jenis alat penyaringan

Semakin halus ukuran atau lubang saringan akan semakin baik ekstrak yang diperoleh.

(3) Viskositas cairan

Terdapat perbedaan yang besar antara kerapatan cairan dan kerapatan bahan padat akan mempercepat penyaringan.

d) Alat ekstraksi

Peralatan yang digunakan berupa satu unit ekstraktor yang terdiri atas:

(1) Alat penggilingan dan perlengkapannya

Berfungsi sebagai penghancur atau penggiling bahan. Pisau pemotong/ penghancur dan kecepatannya diatur agar dapat bekerja secara optimal.

(2) Penyaringan/filtrasi

Berfungsi untuk memisahkan antara ekstrak bahan dengan ampasnya.

2) Melakukan Proses Ekstraksi pada Bahan Padatan Tak Terlarut

Pengertian ekstraksi padatan tak terlarut adalah bahan-bahan yang diekstrak berbentuk padatan dan tidak terlarut dalam cairan bahan maupun air tambahan. Proses ekstrasi seperti ini dilakukan pada industri kopi bubuk (instan), teh (instan) dan sejenis.

a) Menyiapkan contoh komoditas untuk ekstraksi

Bahan yang akan diekstraksi dipilih dari bagian tanaman yang tidak larut yaitu bagian daun untuk teh dan buah untuk kopi. Pembuatan kopi bubuk instan atau ekstrak kopi dilakukan dengan langkah-langkah, yaitu: 1) buah kopi yang baru dipanen dibuang kulit, daging buah maupun kulit tanduknya dengan cara dibilas menggunakan air mengalir, 2) biji kopi gelondongan yang sudah bersih selanjutnya dikeringkan untuk mempermudah proses pengolahan, 3) melakukan proses ekstrasi untuk memperoleh ekstrak kopi.

b) Menyiapkan peralatan ekstraksi

Peralatan yang digunakan dalam proses ekstraksi padatan tak larut dalam hal ini pada pembuatan kopi instan terdiri atas :

(1) Persiapan alat pendahuluan :
- (a) Keranjang bambu
- (b) Irik/ ayakan bambu
- (c) Nampan/nyiru
- (d) Timbangan

(2) Persiapan alat lanjutan :
- (a) Gilingan kopi
- (b) Kompor
- (c) Wajan
- (d) Cobek kayu
- (e) Saringan tepung terbuat dari kawat
- (f) Timbangan
- (g) Kantong plastik/wadah

c) Mengoperasikan proses ekstraksi

Bahan (kopi gelondong) yang telah kering harus disortasi terlebih dahulu agar didapat kopi gelondong yang bermutu baik. Bahan yang bermutu baik akan menghasilkan olahan kopi instan yang baik pula.

Sortasi merupakan tahap awal pengolahan sebelum bahan tersebut dilakukan penggilingan. Sortasi dilakukan dengan cara memisahkan atau membersihkan biji-biji yang tidak dikehendaki dari kotoran-kotoran yang mungkin terdapat dalam biji kopi. Pengolompokan biji kopi dan kotoran sebagai hasil sortasi, yaitu:

(1) Triage kopi adalah biji hitam, biji terbakar, biji bubuk dan biji pecah.
   (a) Biji hitam adalah biji kopi yang berwarna hitam.
   (b) Biji terbakar adalah biji yang berwarna kecoklatan mulai dari permukaan sampai ke bagian dalam biji akibat dari pemanasan yang terlalu tinggi pada waktu pengeringan.
   (c) Biji bubuk/biji berlubang adalah biji kopi berlubang lebih dari satu disebabkan serangan serangga.
   (d) Biji pecah adalah biji kopi tak utuh dan besarnya sama atau kurang dari 50%.

(2) Kotoran adalah kopi gelondong, kopi berkulit tanduk dan benda asing lainnya.

Tahap selanjutnya adalah penyangraian atau pemanasan menggunakan alat penggorengan tanpa minyak sampai diperoleh biji kopi matang dan kadar air maksimum 8%

Proses berikutnya dilakukan penggilingan. Cara sederhana dalam penggilingan dapat dilakukan dengan penumbukan sampai diperoleh kopi bubuk/tepung serbuk halus.

Untuk mendapatkan kopi instan yang berbentuk serbuk halus dan seragam maka perlu dilakukan pengayakan agar terpisah antara kopi bubuk halus dan kopi yang masih kasar sehingga diperoleh kopi instan (ekstrak kopi)

3) Melakukan Proses Ekstraksi Padatan Terlarut

Pengertian ekstraksi padatan terlarut adalah bahan-bahan yang diekstrak berbentuk padatan dan terlarut dalam cairan bahan maupun air tambahan misalnya pada industri gula, minyak goreng, susu kedele.

a) Menyiapkan contoh komoditas untuk ekstraksi

Bahan yang akan diekstraksi perlu dipilih untuk mendapatkan ekstrak yang baik. Pada pembuatan susu kedele, perlu dipilih kedele yang baik dan dilakukan persiapan sebelum melakukan ekstraksi.

Tahapan yang harus dilakukan adalah sebagai berikut:

(1) Pilih kedele yang baik. Ciri kedele yang baik adalah kulit kedele berwarna kuning, tidak keriput dan biji kedele tidak ada yang rusak, busuk, atau cacat.

(2) Kedele dicuci bersih, kemudian direndam selama kurang lebih 8 jam agar biji kedele melunak.

b) Menyiapkan peralatan ekstraksi

Peralatan yang harus disiapkan dalam proses ekstraksi padatan terlarut:

(1) Alat penggiling kedele

(2) Penyaring/kain saring

(3) Pengaduk

c) Mengoperasikan proses ekstraksi

Bahan yang akan diekstraksi (kacang kedele) benar-benar sudah sesuai persyaratan:

(1) Biji kedele agak lunak, sehingga mudah untuk digiling
(2) Biji kedele utuh, tidak ada bekas gigitan serangga, tikus dan lain-lain.

Tahapan proses ekstraksi sebagai berikut :

(1) Biji kedele yang agak lunak dimasukkan ke dalam alat penggiling.
(2) Selama proses penggilingan berlangsung, ditambahkan air sebanyak 5-6 kali berat kedele kering.
(3) Penyaringan atau pemisahan ampas dengan sari kedele dilakukan menggunakan kain saring dan diperas/dipres sampai semua sari kedele keluar, yang ditandai pada perasan terakhir airnya agak bening.
(4) Hasil ekstraksi diaduk supaya diperoleh hasil yang homogen.



Gambar 32. Contoh produk hasil ekstraksi.

Lakukan praktik sesuai perintah guru Anda, dengan lembar kerja yang sudah tersedia secara berkelompok !

Bagi semua peserta didik menjadi 6 kelompok !

Bandingkan hasil praktik kelompok Anda dengan kelompok lainnya.

Buat kesimpulan dari praktik yang dilakukan, kemudian presentasikan di muka kelas !

Lembar Kerja

EKSTRAKSI

Tujuan

Peserta mampu mengekstraksi bahan dengan baik dan mengukur volume ektraksi yang dihasilkan.

Alat dan Bahan

Alat:

1) Pisau
2) Alat parut kelapa
3) Blender
4) Baskom
5) Saringan
6) Kompor
7) Panci
8) Pengaduk kayu

Bahan:

1) Kacang kedele
2) Kelapa
3) Air

Langkah Kerja

1) Kacang Kedele

a) Pilih kacang kedele yang baik.
b) Rendam kacang kedele selama 8 jam dengan air sebanyak 3 kali berat kedele.
c) Cuci kedele yang telah direndam.
d) Hancurkan dengan blender sampai halus dengan menambahkan air sebanyak 3 kali berat kedele.
e) Bagi dua bubur kedele yang diperoleh.

f) Satu bagian dimasak sampai suhu 90°C selama 15 menit. Kemudian disaring/ekstraksi dengan bantuan kain saring. Tambahkan lagi air matang dingin sebanyak 1 kali berat kedele awal sampai hasil ekstraksinya agak bening. Ukur volume yang dihasilkan, kemudian pasteurisasi pada suhu 71°C selama 10 menit.

g) Satu bagian lagi langsung disaring/ekstraksi dengan bantuan kain saring. Tambahkan lagi air matang dingin sebanyak 1 kali berat kedele awal sampai hasil ekstraksinya agak bening. Ukur volume yang dihasilkan, kemudian pasteurisasi pada suhu 71°C selama 10 menit.

h) Bandingkan kedua hasil ekstraksi, amati dan tulis hasil pengamatan pada Lembar Pengamatan.

2) Kelapa

a) Pilih kelapa yang tua dan tidak busuk.

b) Kupas kulit kelapa sampai dihasilkan bagian daging kelapa yang putih.

c) Bagi kelapa menjadi 2 bagian.

d) Satu bagian kelapa diparut dengan arah memotong serat kelapa. Satu bagian lagi diparut seraha serat kelapa.

e) Bagian yang diparut memotong serat kelapa dibagi menjadi 2 bagian lagi, yang sama beratnya.

(1) Satu bagian diekstraksi dengan menggunakan air panas (± 50°C) dengan perbandingan 1 : 1.

(2) Satu bagian lagi diekstraksi dengan menggunakan air biasa dengan perbandingan 1 : 1.

f) Bagian yang diparut searah serat kelapa dibagi menjadi 2 bagian lagi, yang sama beratnya.

(1) Satu bagian diekstraksi dengan menggunakan air panas (± 50°C) dengan perbandingan 1 : 1.

(2) Satu bagian lagi diekstraksi dengan menggunakan air biasa dengan perbandingan 1 : 1.

Catatan: berat parutan kelapa untuk keempat perlakuan harus sama.

g) Bandingkan keempat perlakuan tersebut, amati dan tulis hasil pengamatan di Lembar Pengamatan.

Lembar Pengamatan

1) Kacang Kedele

Perlakuan	Volume	Rasa	Aroma	Warna
Dengan pemanasan				
Tanpa pemanasan				

2) Kelapa

Perlakuan	Volume Santan	Volume Krim	Aroma	Warna
Memotong serat kelapa + air panas				
Memotong serat kelapa + air biasa				
Searah serat kelapa + air panas				
Searah serat kelapa + air biasa				

Kesimpulan:

3. Refleksi

Untuk mengukur tingkat pencapaian kompetensi pada kompetensi teknik konversi bahan, Anda diminta untuk melakukan refleksi dengan cara menuliskan/menjawab beberapa pertanyaan pada lembar refleksi.

Petunjuk

a. Tuliskan nama dan KD yang telah Anda selesaikan pada lembar tersendiri
b. Tuliskan jawaban pada pertanyaan pada lembar refleksi!
c. Kumpulkan hasil refleksi pada guru Anda!

LEMBAR REFLEKSI

a. Bagaimana kesan Anda setelah mengikuti pembelajaran ini?

....

....

b. Apakah Anda telah menguasai seluruh materi pembelajaran ini? Jika ada materi yang belum dikuasai tulis materi apa saja.

....

....

c. Manfaat apa yang Anda peroleh setelah menyelesaikan pelajaran ini?

....

....

d. Apa yang akan Anda lakukan setelah menyelesaikan pelajaran ini?

....

....

e. Tuliskan secara ringkas apa yang telah Anda pelajari pada kegiatan pembelajaran ini!

....

....

4. Tugas

Catat peralatan teknik konversi bahan apa saja yang ada di ruang pengolahan di sekolah Anda. Tuliskan juga fungsi peralatan tersebut dalam teknik konversi bahan tersebut. Diskusikan bersama teman satu meja hasil yang Anda peroleh, dan komunikasikan di muka kelas!

5. Tes Formatif

a. Jelaskan prinsip dan tujuan pengecilan ukuran!
b. Sepotong balok dari ubi kayu/singkong dengan ukuran (A) 30 cm x 20 cm x 15 cm (panjang x lebar x tinggi) dipotong menjadi tiga bagian pada panjangnya (B), kemudian dipotong lagi dua bagian pada lebarnya (C). Hitung luas permukaan A, B, dan C, serta hitung pula persentasi penambahan luas antara A dan B; A dan C; serta B dan C!
c. Jelaskan macam-macam alat pencampuran!
d. Jelaskan macam-macam emulsi dan berikan contohnya!
e. Jelaskan macam-macam ekstraksi dan berikan contohnya!

C. Penilaian

1. Sikap

a. Ilmiah

No	Aspek	Skor			
		4	3	2	1
1	Menanya				
2	Mengamati				
3	Menalar				
4	Mengolah data				
5	Menyimpulkan				
6	Menyajikan				

b. Diskusi

No	Aspek	Skor			
		4	3	2	1
1	Terlibat penuh				
2	Bertanya				
3	Menjawab				
4	Memberikan gagasan orisinil				
5	Kerja sama				
6	Tertib				

2. Pengetahuan

a. Jelaskan prinsip pengecilan ukuran dalam pengolahan!
b. Jelaskan tujuan pengecilan ukuran!
c. Jelaskan alat-alat pengecilan ukuran dan hasil yang diperolehnya!
d. Jelaskan prinsip pencampuran bahan pada proses pengolahan!
e. Jelaskan macam-macam alat pencampuran!
f. Jelaskan cara mencampur bahan basah/semi basah!
g. Jelaskan apa yang dimaksud dengan emulsi dan macam-macam emulsi!
h. Jelaskan contoh emulsi pada olahan pangan!
i. Jelaskan emulsi yang terjadi pada pembuatan bakso!
j. Jelaskan apa yang dimaksud dengan ekstraksi!
k. Jelaskan macam-macam ekstraksi beserta contohnya!

3. Keterampilan

Lakukan pengecilan ukuran dengan disediakan bahan (singkong) dan peralatan yang diperlukan, sehingga diperoleh hasil dengan kriteria berikut :

No	Indikator Keberhasilan (100%)	Ya	Tidak
1.	Singkong dikupas dan dicuci sampai bersih.		
2.	Singkong dipotong menggunakan pisau dengan ukuran 10x5x2 cm^3, sebanyak 3 buah.		
3.	Luas permukaan potongan singkong diukur.		
4.	Potongan singkong kedua dibagi 2 bagian sama besar, luas permukaan semua potongan singkong kedua diukur.		
5.	Potongan singkong ketiga dibagi 4 bagian sama besar, luas permukaan semua potongan singkong ketiga diukur.		
6.	Hasil pengukuran singkong pertama, kedua, dan ketiga dibandingkan.		

Kegiatan Pembelajaran 2. Melakukan Teknik Pengendalian Kandungan Air (20 JP)

A. Deskripsi

Menerapkan teknik pengendalian kandungan air dalam pengolahan merupakan kompetensi yang harus dimiliki oleh setiap orang yang berkecimpung dalam bidang pengolahan, terutama pengolahan pangan. Ruang lingkup isi modul terdiri dari: menerapkan proses pengeringan, penguapan, rehidrasi, dan perendaman. Keempat kompetensi dasar tersebut diperlukan apabila akan melakukan proses pengolahan.

Pengeringan merupakan salah satu teknik pengawetan bahan dengan cara mengurangi kandungan air yang terdapat dalam bahan, baik bahan mentah maupun bahan olahan yang dapat memperpanjang umur simpan bahan dengan waktu tertentu.

Penguapan merupakan proses mengurangi kandungan air yang biasanya dilakukan dalam bahan cair, yang dapat memperpanjang umur simpan bahan.

Rehidrasi dan perendaman merupakan proses mengembalikan kandungan air bahan yang telah mengalami proses pengeringan.

B. Kegiatan Belajar

1. Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari modul ini, peserta didik akan dapat menerapkan teknik pengendalian kandungan air bahan dalam pengolahan yang terdiri dari pengeringan, penguapan, serta rehidrasi dan perendaman, baik secara terpisah maupun dalam satu kesatuan proses; sehingga memahami dengan benar prinsip pengeringan, penguapan, serta rehidrasi dan perendaman; apabila disediakan bahan dan peralatan yang diperlukan.

2. Uraian Materi

Bahan hasil pertanian baik hasil nabati maupun hasil hewani mudah mengalami kerusakan karena kandungan air dalam bahan cukup besar. Teknik pengendalian kandungan air bahan merupakan salah satu cara memecahkan permasalah tersebut, baik melalui teknik pengeringan maupun penguapan. Pada saat bahan yang kering akan diolah dan untuk mengembalikan kandungan air dalam bahan, dapat dilakukan proses rehidrasi dan perendaman pada bahan tersebut.

Amati gambar di bawah ini, produk pengendalian kandungan air apa yang Anda kenali, tuliskan pada lembar pengamatan disertai teknik pengendalian air yang Anda ketahui!



Gambar 1



Gambar 2



Gambar 3



Gambar 4

Lembar Pengamatan:

Gambar	Nama Produk/Gambar	Proses Pengendalian Kandungan Air
Gambar 1.		
Gambar 2.		
Gambar 3.		
Gambar 4.		

Berdasarkan hasil pengamatan yang telah Anda lakukan, buatlah minimal 2 pertanyaan tentang :

1) Macam-macam metode/teknik pengendalian kandungan air!
2) Peralatan yang digunakan dalam teknik pengendalian kandungan air!

Pertanyaan yang Anda buat dapat ditanyakan kepada guru Anda.

a. Pengeringan

Bahan hasil pertanian mudah sekali mengalami kerusakan, baik oleh faktor instrinsik maupun faktor ekstrinsik. Faktor instrinsik merupakan faktor dari bahan itu sendiri, seperti kadar air, sedangkan faktor esktrinsik merupakan kondisi lingkungan bahan, seperti komposisi udara, suhu, tekanan, kelembaban, dan kontaminasi mikroba.

Kandungan air dalam bahan merupakan faktor utama penyebab kerusakan bahan. Kandungan air yang cukup tinggi akan menyebabkan kegiatan biologis seperti kegiatan enzim dan pernafasan dalam bahan tetap berlangsung.

Proses pengeringan merupakan proses pengawetan yang sudah sangat lama dilakukan, sejak jaman dahulu kala, dan merupakan proses pengawetan pertama yang dilakukan oleh manusia. Proses pengeringan dapat dilakukan secara alami yaitu dengan panas matahari, maupun panas buatan dengan alat pengering. Banyak sekali komoditas hasil pertanian yang diawetkan dengan cara pengeringan.

1) Prinsip Pengeringan

Pengeringan didefinisikan sebagai suatu metode untuk menghilangkan sebagian air dari suatu bahan hingga tingkat kadar air yang setara dengan nilai aktivitas air (A_w) yang aman dari kerusakan mikrobiologi. (Herudiyanto, M.S., 2008).

Pada pengeringan terdapat 2 (dua) proses, yaitu:

a) Proses pemindahan panas untuk menguapkan cairan pada bahan dengan bantuan udara pengering.
b) Proses pemindahan massa, dimana air atau uap air bahan, berpindah dari dalam bahan ke permukaan, selanjutnya dari permukaan ke aliran udara pengering.

Pengeringan bahan hasil pertanian dan olahannya mempunyai keuntungan dan kerugian.

Keuntungannya adalah:

a) Bahan-bahan yang dikeringkan dapat disimpan lebih lama dan praktis dalam penyimpanannya, karena sebagian besar kandungan air bahan telah hilang.
b) Pengangkutan lebih ringan, sehingga akan mengirit ongkos angkut.
c) Biaya atau investasi modal yang diperlukan relatf lebih kecil daripada proses pengawetan lainnya.
d) Tidak memerlukan cara-cara sterilisasi khusus.
e) Bahan-bahan yang telah dikeringkan, tidak memerlukan persyaratan yang berarti dalam penyimpanannya.
f) Pemakaian bahan kering lebih praktis, dapat dipakai sebagian dulu.

Kerugian yang mungkin timbul antara lain:

a) Kerusakan pada bahan yang telah dikeringkan dan dikemas tidak dapat segera diketahui sebelum bungkus atau kemasannya dibuka. Kerusakan yang timbul antara lain jamur atau mikroba lain, atau rusak karena menyerap air.

b) Beberapa jenis bahan yang telah dikeringkan harus direndam dulu dalam air (rehidrasi) sebelum digunakan agar hasilnya sesuai dengan yang diharapkan. Waktu perendaman berbeda-beda tergantung dari komoditinya.

2) Mekanisme Pengeringan

Saat udara panas dihembuskan ke bahan yang basah, panas ditransfer ke permukaan, dan panas laten penguapan menyebabkan air menguap. Uap air berdifusi melalui batas lapisan udara dan dibawa pergi oleh udara yang mengalir.

Air berpindah ke permukaan melalui mekanisme:

a) Cairan berpindah oleh tekanan kapiler,
b) Difusi cairan, disebabkan oleh perbedaan konsentrasi larutan dalam bagian yang berbeda pada bahan makanan,
c) Difusi cairan yang diabsorbsi pada lapisan permukaan bahan padat bahan makanan,
d) Uap air berdifusi ke ruang udara dalam bahan makanan disebabkan tekanan uap air yang tinggi.

3) Macam-Macam Pengeringan

Proses pengeringan dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu secara alami dan pengeringan buatan.

a) Pengeringan Alami

Pengeringan alami yaitu suatu proses kehilangan air yang disebabkan oleh kekuatan alam seperti sinar matahari atau angin kering. Waktu yang diperlukan untuk mengeringkan bahan berbeda-beda, selain karena perbedaan sifat bahan, juga keadaan cuaca yang berbeda atau kadang tidak stabil.

Cara ini masih banyak dilakukan di negara-negara yang sedang berkembang, terutama di daerah tropis dimana sinar matahari selalu ada sepanjang tahun. Pengeringan dengan sinar matahari tidak hanya dilakukan oleh industri kecil saja, akan tetapi industri yang modalnya relatif besar juga ada yang masih memakai cara ini, seperti pembuatan ikan asin, pembuatan dendeng, dan pengeringan ikan lainnya.



Gambar 33. Proses pengeringan alami.

Keuntungan dan kerugian proses pengawetan dengan pengeringan sebagai berikut.

(1) Biaya yang dikeluarkan relatif murah, karena sinar matahari dapat diperoleh secara gratis.
(2) Tidak memerlukan keahlian seperti yang diperlukan oleh operator mesin pengering.

Kerugian yang bisa timbul antara lain:

(1) Waktu yang diperlukan untuk pengeringan tidak selalu tetap. Biasanya berlangsung lebih lama, hal ini kadang-kadang menyebabkan kerusakan yang lebih besar.

(2) Tempat pengeringan relatif lebih luas.
(3) Kebersihan bahan yang dikeringkan kurang terjamin, karena umumnya dilakukan di udara terbuka. Sehingga ada kemungkinan debu, pasir, serangga atau kotoran lain masuk ke bahan.
(4) Prosesnya tergantung cuaca. Kalau keadaan cuaca tidak baik, seperti mendung atau hujan, bahan yang dikeringkan dapat ditumbuhi mikroba sehingga hasilnya akhir kualitasnya tidak baik.
(5) Penyusutan bahan relatif lebih banyak, karena dimakan hewan, tercecer dan sebagainya.

b) Pengeringan Buatan

Proses pengeringan buatan (dehidrasi) yaitu suatu proses kehilangan air dengan menggunakan alat-alat pengering (Hudaya, S., dkk., 1980).

Pada proses pengeringan, pengaturan dilakukan terutama terhadap suhu dan volume udara yang dihembuskan. Kualitas hasilnya akan tergantung dari beberapa faktor, antara lain suhu, kelembaban dan volume udara yang dihembuskan, tebal lapisan bahan yang dikeringkan, dan pengadukan bahan. Pada proses dehidrasi, udara panas dialirkan atau disirkulasikan dengan alat penghembus. Untuk menghasilkan produk dan tingkat kekeringan tertentu, maka harus dilakukan pengaturan suhu, kelembaban dan kecepatan udara pada alat pengering. Pola dan cara kerja alat pengering buatan berbeda-beda dan sangat bervariasi, teergantung bahan yang akan dikeringkan.

Pengeringan buatan banyak dilakukan di industri besar (bermodal besar). Pengeringan buatan kadang dikombinasikan dengan pengeringan alami, misalnya pada proses pengeringan kopra.

Proses pengeringan buatan mempunyai keuntungan dan kerugiannya juga.

Keuntungan yang didapat pada proses pengeringan buatan:

(1) Suhu dan aliran udara dapat diatur.
(2) Kebersihan bahan lebih terjamin.
(3) Proses pengeringan dapat dikontrol sehingga kemungkinan terjadinya kerusakan dapat dikurangi.
(4) Tidak memerlukan tempat yang luas.
(5) Penyusutan tidak sebesar pada pengeringan alami.

Kerugian yang mungkin timbul antara lain:

(1) Membutuhkan peralatan yang mahal.
(2) Membutuhkan bahan bakar, sehingga biaya operasional relative tinggi.
(3) Membutuhkan tenaga kerja yang mempunyai keahlian tertentu.

4) Alat-Alat Pengering

Menurut sistem pemanasannya, pengeringan dibagi menjadi:

a) Pengeringan dengan pemanasan langsung, dimana nyala bahan bakar langsung berhubungan dengan bahan yang dikeringkan. Sebagai bahan pemanas dapat digunakan antara lain bahan cair, padat dan gas.
b) Pengeringan dengan pemanasan tidak langsung, panas berasal dari bahan bakar tidak berhubungan langsung dengan bahan yang dikeringkan, akan tetapi dilewatkan lebih dahulu melalui sebuah converter.

Ditinjau dari bentuk produk yang dikeringkan dan cara pengeringannya, maka pengering digolongkan menjadi:

a) Pengering semprot (*spray drier*)
b) Pengering lapisan (di atas baki atau drum)

Ditinjau dari jenis alatnya, alat pengering dapat digolongkan menurut:

a) Pemberian panasnya, terbagi menjadi pengering adiabatis dan pengering transfer panas melalui permukaan padat. Pengeringa adiabatis: panas dibawa ke dalam pengering oleh gas panas. Gas panas ini memberikan panasnya ke dalam bahan yang dikeringkan dan menghasilkan uap air yang keluar. Alat pengering dengan transfer panas melalui permukaan padat: panas ditransfer pada produk yang dikeringkan melalui lembaran logam, yang juga membawa produk tersebut. Produk biasanya berada dalam keadaan vakum, dan uap air diambil dengan pompa vakum.

b) Arah gerakan bahan yang dikeringkan terhadap arah gerakan udara panas, yaitu:
   (1) Alat pengering dengan aliran sejajar/searah,
   (2) Alat pengering dengan aliran tidak searah atau berlawanan,
   (3) Alat pengering dengan aliran langsung,
   (4) Alat pengering dengan aliran menyilang.

c) Pengerjaan pengeringan, dapat digolongkan menjadi:
   (1) Tipe satu partai (*batch type*)
   (2) Tipe sinambung (*continous*).

d) Pelaksanaan pengeringan, yaitu dilakukan dalam udara atau gas lembab pada tekanan atmosfir atau pada tekanan di bawah atmosfir (misalnya tekanan vakum).

Contoh alat pengering adiabatis: alat pengering lemari (*cabinet drier*), pengeringan terowongan, alat pengering klin, alat pengering semprot. Sedangkan contoh alat pengering dengan menggunakan alih panas melalui permukaan padat: alat pengering drum, alat pengering rak vakum, alat pengering vakum sinambung, alat pengering beku.



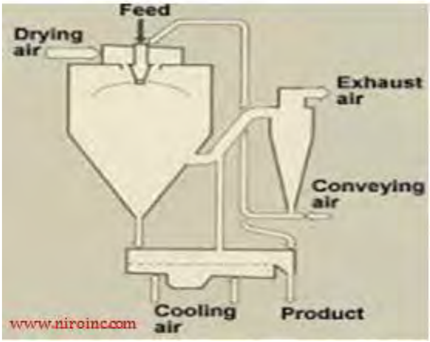
Gambar 34. Alat pengering *cabinet dryer*.



Gambar 35. Contoh pengering terowongan (*tunnel dyer*).



Gambar 36. Contoh pengering klin.



Gambar 37. Gambar pengering semprot (*Spray dryer*)



Gambar 38. Contoh pengering vakum (*vacuum dryer*)



Gambar 39. Contoh pengering drum (*drum dryer*)



Gambar 40. Contoh pengering beku (*freeze dryer*)

5) Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Pengeringan

Keberhasilan proses pengawetan dengan pengeringan tergantung faktor-faktor yang mempengaruhinya, yaitu:

a) Suhu, semakin tinggi suhu semakin cepat proses pengeringan.
b) Kelembaban relatif (Rh), semakin rendah kelembaban relatif udara semakin cepat proses pengeringan,
c) Luas permukaan, luas permukaan bahan yang besar akan mempercepat proses pengeringan,

d) Ketebalan bahan, ketebalan ukuran atau lapisan bahan yang besar proses pengeringan akan berjalan lambat,
e) Kadar air bahan, bahan yang mengandung kadar air tinggi proses pengeringannya akan berjalan lambat.

6) Kerusakan-Kerusakan yang Terjadi Selama Pengeringan

Kerusakan-kerusakan yang mungkin terjadi selama proses pengeringan pada bahan hasil pertanian hewani adalah:

a) Kerusakan komposisi bahan yang dikeringkan. Beberapa jenis vitamin akan hilang atau berkurang jumlahnya, antara lain vit C, thiamin, karoten.
b) Protein berkurang nilai gizinya karena suhu pengeringan yang tinggi dan waktu yang lama.
c) Ketengikan pada bahan yang berlemak.
d) Perubahan warna akibat peristiwa pencoklatan enzimatis maupun non-enzimatis.
e) Terjadi *case hardening*

Tanyakan kepada guru Anda, hal-hal yang belum Anda pahami dari materi yang telah dipelajari

Lakukan praktik sesuai perintah guru Anda, dengan lembar kerja yang sudah tersedia secara berkelompok !

Bagi semua peserta didik menjadi 6 kelompok !

Bandingkan hasil praktik kelompok Anda dengan kelompok lainnya.

Buat kesimpulan dari praktik yang dilakukan, kemudian presentasikan di muka kelas !

Lembar Kerja

PENGERINGAN

Tujuan

Setelah menyelesaikan praktik ini, Saudara diharapkan mampu memahami konsep pengeringan dan faktor-faktor yang mempengaruhinya.

Alat:

1) Cawan petri
2) Timbangan
3) Loyang plastik
4) Parutan kelapa
5) Pisau
6) Oven/alat pengering

Bahan:

1) Ketela pohon/singkong

Langkah Kerja:

1) Ambil singkong, kupas kulitnya dan cuci bersih.
2) Iris dengan menggunakan alat pengiris/*slicer* setebal 4 mm, masukkan dalam cawan petri susun satu lapis (A) dan tiga lapis (B).
3) Timbang masing-masing singkong dalam cawan petri kemudian masukkan ke dalam oven/alat pengering dan dikeringkan pada suhu 60ºC.
4) Buat perlakuan yang sama dan letakkan di bawah sinar matahari.
5) Buat perlakuan 2-4 dengan ketebalan irisan 2 mm (C dan D) dan diparut dengan parut kasar (E dan F).
6) Amati semua perlakuan setiap 2 jam sebanyak 3 kali.
7) Catat hasil pengamatan dan buat kurva besar air yang menguap pada setiap perlakuan.
8) Buat kesimpulan dan diskusikan dengan teman-teman Saudara.

Lembar Pengamatan

No.	Pengamatan	Berat Awal	Berat Akhir	Warna	Tekstur
1.	Singkong A 1) Jam ke-0 2) Jam ke-2 3) Jam ke-4 4) Jam ke-6				
2.	Singkong B 1) Jam ke-0 2) Jam ke-2 3) Jam ke-4 4) Jam ke-6				
3.	Singkong C 1) Jam ke-0 2) Jam ke-2 3) Jam ke-4 4) Jam ke-6				
4.	Singkong D 1) Jam ke-0 2) Jam ke-2 3) Jam ke-4 4) Jam ke-6				
5.	Singkong E 1) Jam ke-0 2) Jam ke-2 3) Jam ke-4 4) Jam ke-6				
6.	Singkong F 1) Jam ke-0 2) Jam ke-2 3) Jam ke-4 4) Jam ke-6				

b. Evaporasi/Penguapan

Evaporasi atau penguapan adalah proses perubahan molekul di dalam keadaan cair (air) dengan spontan menjadi gas (uap air). Proses ini kebalikan dari proses kondensasi.

Evaporasi atau penguapan merupakan proses menghilangkan sebagian air yang terdapat dalam bahan pangan cair dengan cara mendidihkan. Hal itu dapat meningkatkan kadar padatan bahan dan mengawetkan dengan berkurangnya aktivitas air (Aw). Evaporasi digunakan untuk mengentalkan bahan pangan seperti saribuah, susu, dan kopi sebelum proses pengeringan, pembekuan atau sterlisisasi, dan juga untuk mengurangi berat dan volumenya. Perubahan kualitas makanan sebagai hasil dari perlakuan panas yang diberikan dapat diminimalisasi dengan desain dan cara kerja peralatan.

Evaporasi secara umum dapat didefinisikan dalam dua kondisi, yaitu: (1) evaporasi yang berarti proses penguapan yang terjadi secara alami, dan (2) evaporasi yang dimaknai dengan proses penguapan yang timbul akibat diberikan uap panas (*steam*) dalam suatu peralatan. Evaporasi didasarkan pada proses pendidihan secara insentif yaitu (1) pemberian panas ke dalam cairan, (2) pembentukan gelembung-gelembung akibat uap, (3) pemisahan uap dari cairan, dan (4) mengkondensasikan uapnya. Evaporasi atau penguapan juga dapat didefinisikan sebagai perpindahan kalor ke dalam zat cair mendidih.

Evaporasi dilakukan dengan cara menguapkan sebagian dari pelarut pada titik didihnya, sehingga diperoleh larutan zat cair pekat yang konsentrasinya lebih tinggi. Uap yang terbentuk pada evaporasi biasanya hanya terdiri dari satu komponen, dan jika uapnya berupa campuran, umumnya tidak ada usaha untuk memisahkan komponen-komponennya. Dalam evaporasi, zat cair pekat merupakan produk yang dipentingkan, sedangkan uapnya dikondensasikan dan dibuang. Disinilah letak perbedaan antara evaporasi dan distilasi.

1) Tujuan Proses Evaporasi

Tujuan proses evaporasi pada pengolahan hasil pertanian adalah untuk:

a) Meningkatkan konsentrasi larutan sebelum diproses lebih lanjut, misalnya pada pengolahan gula diperlukan proses pengentalan nira tebu sebelum proses kristalisasi.
b) Memperkecil volume larutan sehingga dapat menghemat biaya pengepakan, penyimpanan dan transportasi.
c) Menurunkan aktivitas air (Aw).pemekatan larutan dapat terjadi karena kandungan air pada bahan berkurang sehingga Aw bahan menjadi turun dan kadar padatan bahan meningkat tanpa adanya perubahan jumlah padatan, sehingga bahan menjadi awet atas dasar berkurangnya jumlah air bebas yang dapat digunakan oleh mikroba untuk kehidupannya, misalnya pada pembuatan susu kental manis.

2) Faktor-faktor yang Mempengaruhi Evaporasi

Faktor-faktor yang mempengaruhi evaporasi adalah suhu, tekanan, luas permukaan, jenis bahan, viskositas cairan, dan adanya kerak.

a) Suhu dan Tekanan

Suhu evaporasi berpengaruh pada kecepatan penguapan.makin tinggi suhu evaporasi makan penguapan semakin cepat. Namun, penggunaan suhu yang tinggi dapat menyebabkan beberapa bahan yang sensitive terhadap panas mengalami kerusakan. Untuk memperkecil kerusakan dan resiko tersebut maka suhu evaporasi yang digunakan harus rendah. Suhu evaporasi dapat diturunkan dengan menurunkan tekanan pada evaporator.

Suhu evaporasi yang tinggi akan meningkatkan viskositas karena konsentrasi padatan juga semakin meningkat, namun apabila suhu evaporasi terus menerus ditingkatkan maka kecepatan evaporasi

ternyata tidak dapat dinaikkan sebab larutan mempunyai viskositas yang tinggi dan konsentrasinya juga sudah tinggi sehingga proses penguapan semakin lambat dan proses evporasi juga berjalan lambat.

b) Luas Permukaan

Dengan lebih luasnya permukaan bahan maka semakin luas pula permukaan bahan pangan yang berhubungan langsung dengan medium pemanasan dan lebih banyak air yang dapat keluar dengan cepat dari bahan makanan itu sehingga evaporasi semakin cepat. Semakin cepat evaporasi yang terjadi maka semakin banyak air dan bahan pangan sensitif panas yang hilang dari bahan pangan.

c) Jenis Bahan dan Viskositas Cairan

Jenis bahan juga mempengaruhi teknik evaporasi yang digunakan. Seperti halnya pada pembuatan sari buah yang sangat pekat yang cepat sekali meningkat viskositasnya ketika dipanaskan, sehingga diperlukan perlakuan khusus untuk menurunkan kekentalannya misalnya dengan menggunakan teknik ultrasonik. Sebagian jenis makanan ada yang mengandung komponen yang sangat korosif terhadap permukaan alat penukar panas, sehingga sebaiknya alat-alat evaporasi terbuat dari bahan stainless steel.

Makin tinggi viskositas cairan, tingkat sirkulasi akan menurun, sehingga menurunkan koefisien transfer panas. Hal ini akan menghambat proses penguapan. Selama proses evaporasi viskositas larutan akan mengalami kenaikan karena meningkatnya konsentrasi.

d) Adanya Kerak

Selama proses evaporasi dan adanya padatan yang tersuspensi dalam cairan akan menimbulkan kerak pada evaporator. Adanya kerak tersebut menyebabkan koefisien transfer panas mengalami penurunan sehingga proses penguapan terhambat dan proses evaporasi menjadi lebih lambat.



Gambar 41. Proses penguapan pada pembuatan kunyit instan.

3) Perubahan-perubahan yang terjadi pada proses evaporasi

Selama proses evaporasi terjadi perubahan pada bahan pangan, baik perubahan fisik maupun kimia, perubahan tersebut dapat memberikan efek yang menguntungkan seperti terbentuknya flavor yang khas, peningkatan kadar padatan dan lain sebagainya. dan yang merugikan yaitu berupa hilangnya vitamin serta kerusakan tekstur.

Beberapa perubahan yang terjadi selama proses evaporasi antara lain: peningkatan viskositas, kehilangan aroma dan warna, pencoklatan, pembentukkan buih, kerusakan beberapa komponen gizi dan pembentukkan kerak.

c) Peningkatan viskositas.

Selama proses evaporasi terjadi penguapan pelarut sehingga konsentrasi larutan meningkat, yang berakibat viskositas larutan juga meningkat. Peningkatan konsentrasi larutan menyebabkan terjadinya kenaikan titik didih, dan suhu penguapan titik didih larutan lebih tinggi daripada pelarut murni pada tekanan yang sama, sehingga larutan yang makin pekat titik didih makin tinggi.

Peningkatan konsentrasi ditandai dengan kenaikan derajat brix pada larutan, sebagai contoh pada pengolahan gula merah karena proses evaporasi terjadi peningkatan derajat brix dari 15-18° brix menjadi 70° brix.

d) Kehilangan aroma dan warna

Komponen aroma dan flavor pada beberapa bahan cairan seperti pada jus buah lebih mudah menguap daripada air. Jika bahan tersebut dievaporasi akan menyebabkan penurunan kualitas pada konsentrat yang dihasilkan, hal ini dapat dicegah dengan cara memisahkan komponen yang mudah menguap dengan cara destilasi fraksional. Proses distilasi menghasilkan essens, dan selanjutnya essens tersebut dicampurkan lagi pada konsentrat.

e) Pencoklatan/Browning.

Beberapa bahan yang banyak mengandung gula pada proses evaporasi akan mengalami pencoklatan. Pencoklatan akan lebih intensif bila proses evaporasi dilakukan pada suhu tinggi atau pada kondisi basa (pH tinggi), dan pencoklatan terjadi karena reaksi maillard atau karena karamelisasi. Pada beberapa pengolahan terjadinya pencoklatan selama proses evaporasi memang dikehendaki seperti misalnya pada pengolahan gula kelapa, kecap

dan sebagainya, namun demikian, pencoklatan yang berlebihan dapat menurunkan kualitas produk yang dihasilkan. Pada beberapa pengolahan seperti pengolahan susu, gula pasir dan lainnya proses pencoklatan evaporasi tidak diinginkan. Untuk mencegah terjadinya pencoklatan tersebut proses evaporasi dilakukan pada suhu rendah. Hal ini dapat dicapai dengan menurunkan tekanan evaporator di bawah tekanan atmosfir (vakum). Proses evaporasi pada pH rendah juga dapat mengurangi terjadinya pencoklatan namun akan menyebabkan terjadinya inverse sukrosa.

f) Pembentukkan buih.

Pembentukkan buih pada proses evaporasi dapat menghambat transfer panas. Beberapa bahan tertentu, terutama zat organik, terjadi pembuihan pada waktu diuapkan. Buih yang stabil akan ikut keluar evaporator bersama uap, dan menyebabkan banyaknya bahan yang ikut terbawa. Dalam hal ekstrim, keseluruhan massa zat cair itu mungkin meluap ke dalam saluran uap, keluar dan terbuang.

g) Kerusakan komponen gizi bahan.

Pada proses evaporasi yang terjadi pada bahan-bahan yang peka terhadap panas akan mengakibatkan kerusakan bahan dan bahan-bahan yang terkandung didalamnya. Beberapa komponen gizi yang sensitif terhadap panas akan mengalami kerusakan pada proses evaporasi yang dilakukan pada suhu tinggi. Beberapa komponen gizi tersebut antara lain vitamin C, vitamin A, protein dan sebagainya.

h) Pembentukkan kerak

Pada proses evaporasi bahan yang banyak mengandung padatan akan terjadi pengendapan yang membentuk kerak pada permukaan pemanas (evaporator).

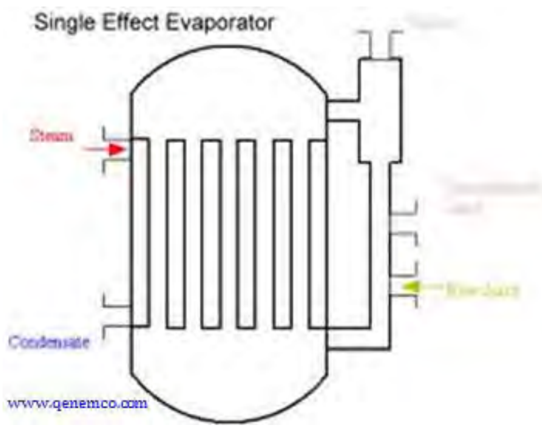
4) Evaporator

Evaporator adalah sebuah alat yang berfungsi mengubah sebagian atau suatu pelarut dari suatu larutan dari bentuk cair menjadi uap. Evaporator mempunyai dua prinsip dasar, untuk menukar panas dan untuk memisahkan uap yang terbentuk dari cairan. Evaporator umumnya terdiri dari tiga bagian, yaitu penukar panas, bagian evaporasi (tempat dimana cairan mendidih lalu menguap), dan pemisah untuk memisahkan uap dari cairan lalu dimasukkan ke dalam condensor (untuk diembunkan/kondensasi) atau ke peralatan lainnya.

a) Jenis evaporator

(1) Evaporator efek tunggal (*single effect*)

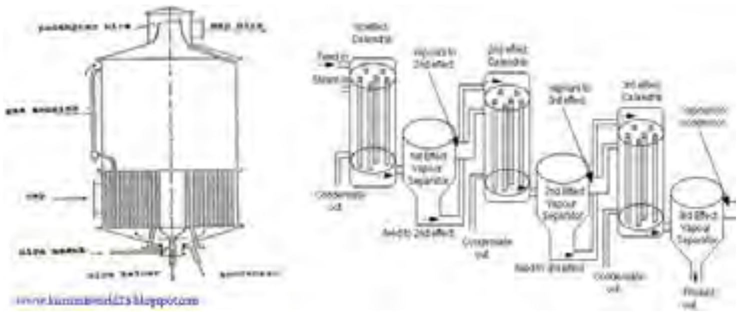
Yang dimaksud dengan single effect adalah bahwa produk hanya melalui satu buah ruang penguapan dan panas diberikan oleh satu luas permukaan pindah panas.



Gambar 42. Evaporator efek tunggal (*single effect evaporator*)

(2) Evaporator efek ganda (majemuk)

Di dalam proses penguapan bahan dapat digunakan dua, tiga, empat atau lebih dalam sekali proses, inilah yang disebut dengan evaporator efek majemuk. Penggunaan evaporator efek majemuk berprinsip pada penggunaan uap yang dihasilkan dari evaporator sebelumnya.



Gambar 43. Evaporator efek majemuk pada pembuatan nira.

Tujuan penggunaan evaporator efek majemuk adalah untuk menghemat panas secara keseluruhan, sehingga akhirnya dapat mengurangi ongkos produksi. Keuntungan evaporator efek majemuk adalah penghematan yaitu dengan menggunakan uap yang dihasilkan dari alat penguapan tersebut dapat memberikan panas pada alat penguapan lain dan memadatkan kembali uap tersebut. Apabila dibandingkan antara alat penguapan n-efek, kebutuhan uap diperkirakan 1 rn kali, dan permukaan pindah panas berukuran n-kali dari pada yang dibutuhkan untuk alat penguapan berefek tunggal, untuk pekerjaan yang sama.

Pada evaporator efek majemuk ada 3 macam penguapan, yaitu :

(a) Evaporator Pengumpan Muka

(b) Evaporator Pengumpan Belakang

(c) Evaporator Pengumpan Sejajar

Macam peralatan pemanas “Penukar Panas” yaitu: Tabung pemanas; Ketel uap (boiler); Penukar panas spiral melingkar; penukar panas tipe permukaan; Penukar panas dengan tabung dibagian dalam; Pembangkit ulang; Penukar panas tipe tong; Penyemprot air panas; Pemasukan uap panas dan Penukar panas tipe skrup.

Macam peralatan penguapan/evaporator yaitu: Evaporator kancah terbuka; Evaporator dengan tabung pendek yang melintang; Evaporator dengan tabung pendek yang tegak; Evaporator yang mempunyai sirkulasi alamiah dengan kalandria dibagian luar; Evaporator dengan sirkulasi yang dipaksa; Evaporator bertabung panjang; Evaporator piring; Evaporator sentrifugal dan Evaporator pengaruh berganda.

Macam Peralatan Pengering yaitu: Pengeringan dengan udara panas, terdiri dari: Pembakaran (kiln dyer), Pengering lemari. Pengering terowongan, Pengering konveyor, Pengering kotak, Pengering tumpukan bahan butiran/tepung. Pengering pneumatic. Pengering berputar, Pengering semprot, Pengering menara. Pengering dengan persentuhan dengan permukaan yang dipanasi terdiri dari: Pengering tong (pengering lapisan, pengering rol). Papan pengering hampa udara. Pengering dengan roda dalam hampa udara.

Pada banyak sistem pendinginan, refrigeran akan menguap di evaporator dan mendinginkan fluida yang melalui evaporator. Evaporator ini disebut sebagai *direct-expansion evaporator.* Berdasarkan zat yang didinginkan, evaporator dibedakan menjadi evaporator pendingin udara dan pendingin cairan. Berdasarkan konstruksinya, evaporator pendingin udara dibedakan menjadi plat, bare tube, dan finned evaporator. Evaporator plat biasa digunakan pada kulkas rumah. Evaporator pendingin udara ini umumnya digunakan untuk sistem pengkondisian udara (AC).

Evaporator pendingin cairan umumnya digunakan untuk mendinginkan air, susu, jus. dan untuk kegunaan industri lainnya. Jenis evaporator yang sering digunakan adalah evaporator bare-tube karena proses pengambilan panas terjadi langsung dari bahan ke ferigeran. Terdapat beberapa tipe evaporator yang sering digunakan, seperti: pipa ganda,. *Baudelot cooler*, tipe tank, *shell and coil cooler* dan *shell and tube cooler*.

b) Tipe- tipe evaporator lainnya yaitu:

(1) Evaporator Sirkulasi Alami paksa

Evaporator sirkulasi alami bekerja dengan memanfaatkan sirkulasi yang terjadi akibat perbedaan densitas yang terjadi akibat pemanasan. Pada evaporator tabung, saat air mulai mendidih, maka buih air akan naik ke permukaan dan memulai sirkulasi yang mengakibatkan pemisahan liquid dan uap air di bagian atas dari tabung pemanas. Jumlah evaporasi bergantung dari perbedaan temperatur uap dengan larutan, dan sering kali pendidihan mengakibatkan sistem kering. Untuk menghidari hal ini dapat digunakan sirkulasi paksa, yaitu dengan manambahkan pompa untuk meningkatkan tekanan dan sirkulasi sehingga pendidihan tidak terjadi.

(2) Falling Film Evaporator

Evaporator ini berbentuk tabung panjang (4-8 meter) yang dilapisi dengan jaket uap (*steam jacket*). Distribusi larutan yang seragam sangat penting dalam proses ini. Larutan masuk dan memperoleh gaya gerak karena arah larutan yang menurun. Kecepatan gerakan larutan akan mempengaruhi karakteristik medium pemanas yang juga mengalir menurun. Tipe ini cocok untuk menangani larutan kental sehingga sering digunakan untuk industri kimia, makanan, dan fermentasi.

(3) Rising Film (*Long Tube Vertical*) Evaporator

Pada evaporator tipe ini, pendidihan berlangsung di dalam tabung dengan sumber panas berasal dari luar tabung (biasanya uap). Buih air akan timbul dan membentuk sirkulasi.

(4) Plate Evaporator

Mempunyai luas permukaan yang besar, plate biasanya tidak rata dan ditopang oleh bingkai (frame). Uap mengalir melalui ruang-ruang di antara plate. Uap mengalir secara *co-current* dan *counter current* terhadap larutan, larutan dan uap masuk ke separasi yang nantinya uap akan disalurkan ke condenser. Evaporator jenis ini sering dipakai pada industri susu dan fermentasi karena fleksibilitas ruangan. Alat ini tidak efektif untuk larutan kental dan padatan.

(5) Multi-effect Evaporator

Menggunakan uap pada setiap tahap untuk dipakai pada tahap berikutnya. Semakin banyak tahap maka semakin rendah konsumsi energinya. Biasanya maksimal terdiri dari tujuh tahap, dan bila lebih seringkali ditemui biaya pembuatan melebihi penghematan energi. Ada dua tipe aliran, yaitu aliran maju dimana larutan masuk dari tahap paling panas ke yang lebih rendah, dan aliran mundur yang merupakan kebalikan dari aliran maju. Alat ini cocok untuk menangani produk yang sensitif terhadap panas seperti enzim dan protein.

(6) Efek pada bahan makanan

Senyawa aromatic lebih mudah menguap dari pada air yang akan lepas selama proses evaporasi. Hal ini akan mengurangi karakteristik sensoris pada sebagian besar konsentrat; pada produk saribuah akan kehilangan flavournya, pada beberapa bahan pangan akan kehilangan senyawa volatil yang tidak diinginkan sehingga akan meningkatkan kualitas produk seperti pada cocoa.

Beberapa senyawa volatil dapat diperbaiki dan dikembalikan ke dalam produk dengan:

(a) Volatile recovery dengan kondensasi uap dan distilasi fraksional.
(b) Stripping volatiles dari feed liquor dengan gas inert dan menambahkan kembali setelah proses evaporasi.

Evaporasi membuat warna makanan menjadi lebih gelap, bukan hanya karena meningkatnya konsentrasi padatan, tapi juga karena berkurangnya aktivitas air yang menyebabkan perubahan sifat kimia (contohnya proses pencoklatan karena reaksi Maillard). Perubahan ini tergantung dari waktu dan suhu, waktu yang singkat dan suhu didih yang rendah menghasilkan konsentrat yang mempunyai sifat sensoris dan nilai nutrisi dengan kualitas baik. Perbandingan kehilangan nilai gizi susu dengan evaporasi dan sterilisasi UHT dapat dilihat pada Tabel 4. Vitamin A dan D serta niacin tidak berubah. Penambahan vitamin sering dilakukan selama penyimpanan (contohnya kehilangan vitamin C sebanyak 50% dalam marmalade saat penyimpanan lebih dari 12 bulan pada suhu 18°C dan kehilangan thiamin sebanyak 10% saat penyimpanan lebih dari 24 bulan pada suhu 18°C.

Tabel 4. Kehilangan vitamin dalam susu konsentrat dan UHT

Produk	Kehilangan (%)				
	Thiamin	Vit B6	Vit B12	Asam Folat	Asam Askorbat
Susu evaporasi	20	40	80	25	60
Susu kental manis	10	<10	30	25	25
Susu UHT	<10	<10	<10	<10	<25

Sumber: Porter dan Thompson (1976) dalam Fellow (2004)

Tanyakan kepada guru Anda, hal-hal yang belum Anda pahami dari materi yang telah dipelajari

Lakukan praktik sesuai dengan lembar kerja yang sudah tersedia secara berkelompok sesuai arahan guru!

Bagi semua peserta didik menjadi 4 atau 8 kelompok!

Buat kesimpulan dari praktik yang dilakukan, kemudian presentasikan di muka kelas!

Lakukan praktik sesuai perintah guru Anda, dengan lembar kerja yang sudah tersedia secara berkelompok !

Bagi semua peserta didik menjadi 6 kelompok !

Bandingkan hasil praktik kelompok Anda dengan kelompok lainnya.

Buat kesimpulan dari praktik yang dilakukan, kemudian presentasikan di muka kelas !

Lembar Kerja

PENGARUH LUAS PERMUKAAN EVAPORATOR PADA PROSES PENGENTALAN DAN PENGUAPAN

Tujuan:

Setelah menyelesaikan praktik ini, Saudara diharapkan mampu memahami pengaruh luas permukaan evaporator pada proses pengentalan dan penguapan

Alat:

1) Wajan dan pengaduk kayu
2) Panci
3) Timbangan
4) Kompor
5) Gelas ukur
6) Hand refrakto meter

Bahan:

1) Buah nanas
2) Gula pasir
3) Air

Langk ah Kerja:

1) Siapkan alat dan bahan yang diperlukan!
2) Buat larutan gula 50% sebanyak 1 liter, bagi menjad 2 bagian @ 0,5 liter
3) Ukur dan catat total padatan terlarut larutan gula dengan refraktometer!
4) Panaskan 1 bagian larutan gula 50% di atas api sedang menggunakan panci selama 15 menit!
5) Ukur dan catat kembali total padatan terlarut larutan gula dengan refraktometer
6) Hitunglah selisih volume larutan gula antara sebelum dipanaskan dengan larutan gula setelah dipanaskan!
7) Panaskan 1 bagian larutan gula 50% lainnya di atas api sedang menggunakan wajan selama 15 menit!
8) Buat kesimpulan dan diskusikan dengan teman-teman Saudara!

c. Redhidrasi dan Perendaman

1) Rehidrasi

Rehidrasi merupakan proses menarik kembali air ke dalam bahan yang telah dikeringkan. Tidak semua bahan yang dikeringkan dapat direhidrasi secara sempurna untuk mengembalikan bentuk dan tekstur bahan ke bentuk aslinya.

Air yang dikeluarkan dari bahan selama pengeringan tidak dapat ditempatkan kembali dalam cara yang sama saat bahan di rehidrasi (rehidrasi bukan kebalikan dari dehidrasi/pengeringan). Kehilangan tekanan osmosis sel, perubahan sifat permeabilitas membran sel, perpindahan cairan, kristalisasi polisakarida dan koagulasi protein sel; semua berkontribusi pada perubahan tekstur dan kehilangan senyawa volatile serta hal tersebut tidak dapat kembali (Rahman dan Perera, 1999; dalam Fellow, 2004). Panas akan mengurangi derajat hidrasi pada pati dan elastisitas dinding sel, dan koagulasi protein yang mengurangi kapasitas daya ikat air. Kecepatan dan derajat rehidrasi mungkin dapat digunakan sebagai indicator kualitas bahan pangan, dimana bahan pangan tersebut dikeringkan di bawah kondisi optimal lebih sedikit kerusakan dan rehidrasai lebih cepat dan sempurna daripada bahan makanan kering yang jelek.

Aplikasi proses rehidrasi dapat dilihat pada proses pengembalian kandungan air jamur kuping kering sebelum proses pengolahan. Selain itu juga proses pelunakan kedele sebelum dilakukan proses ekstraksi pada pembuatan susu kedele atau tahu.

2) Perendaman

Perendaman berasal dari kata rendam yang artinya berada di dalam air (barang cair) (Referensi Kamus Besar Bahasa Indonesia)

Perendaman merupakan proses perlakuan pendahuluan yang sering diterapkan saat akan mengolah suatu bahan kering atau bahan yang akan diberikan perlakuan tertentu. Perendaman dapat diterapkan pada bahan kering atau bahan bahan yang akan diberikan perlakuan tertentu sebelum perlakuan utamanya. Contohnya proses mengeraskan bahan dalam pembuatan manisan, dimana buah-buahan akan direndam terlebih dahulu dengan larutan $CaCl_2$ agar buah lebih keras dan renyah. Contoh lainnya adalah perendaman ubi dengan larutan bisulfit agar diperoleh tepung ubi yang putih.



Gambar 44. Gambar proses perendaman.

3. Refleksi

Untuk mengukur tingkat pencapaian kompetensi pada kompetensi teknik pengendalian kandungan air, Anda diminta untuk melakukan refleksi dengan cara menuliskan/menjawab beberapa pertanyaan pada lembar refleksi.

Petunjuk

a. Tuliskan nama dan KD yang telah Anda selesaikan pada lembar tersendiri
b. Tuliskan jawaban pada pertanyaan pada lembar refleksi!
c. Kumpulkan hasil refleksi pada guru Anda!

LEMBAR REFLEKSI

a. Bagaimana kesan Anda setelah mengikuti pembelajaran ini?

....

....

b. Apakah Anda telah menguasai seluruh materi pembelajaran ini? Jika ada materi yang belum dikuasai tulis materi apa saja.

....

....

c. Manfaat apa yang Anda peroleh setelah menyelesaikan pelajaran ini?

....

....

d. Apa yang akan Anda lakukan setelah menyelesaikan pelajaran ini?

....

....

e. Tuliskan secara ringkas apa yang telah Anda pelajari pada kegiatan pembelajaran ini!

....

....

4. Tugas

Catat teknik pengendalian kandungan air bahan apa saja yang ada di di sekitar sekolah Anda. Tuliskan juga peralatan yang digunakan dan fungsi peralatan tersebut dalam teknik pengendalian air bahan. Diskusikan bersama teman satu meja hasil yang Anda peroleh, dan komunikasikan di muka kelas.

5. Tes Formatif

a. Apa beda antara pengeringan dengan penguapan, jelaskan!
b. Apabila proses pengeringan tidak sempurna, apa yang akan terjadi, jelaskan!
c. Proses rehidrasi pada rumput laut baiasanya berlangsung selama 3 malam. Apa akibatnya apabila perendaman hanya satu malam, dan bagaimana mengatasi masalah tersebut, jelaskan!
d. Apa perbedaan anatar rehidrasi dan perendaman, jelaskan dan berikan contohnya!

C. Penilaian

1. Sikap

a. Ilmiah

No	Aspek	Skor			
		4	3	2	1
1	Menanya				
2	Mengamati				
3	Menalar				
4	Mengolah data				
5	Menyimpulkan				
6	Menyajikan				

b. Diskusi

No	Aspek	Skor			
		4	3	2	1
1	Terlibat penuh				
2	Bertanya				
3	Menjawab				
4	Memberikan gagasan orisinil				
5	Kerja sama				
6	Tertib				

2. Pengetahuan

a. Jelaskan apa yang dimaksud dengan pengeringan!
b. Jelaskan tujuan pengeringan!
c. Jelaskan macam-macam teknik pengeringan!
d. Jelaskan faktor-faktor yang mempengaruhi proses pengeringan!
e. Jelaskan apa yang dimaksud dengan evaporasi (penguapan)!
f. Jelaskan tujuan proses evaporasikan dalam proses pengoalahan pangan!
g. Sebutkan jenis-jenis pengolahan pangan yang menggunakan proses evaporasi!
h. Jelaskan faktor-faktor yang berpengaruh terhadap proses evaporasi!
i. Jelaskan perubahan-perubahan yang terjadi dalam proses evaporasi!
j. Jelaskan apa yang dimaksud dengan rehidrasi!
k. Jelaskan contoh proses perendaman!

3. Keterampilan

Lakukan pengeringan dengan disediakan bahan (singkong) dan peralatan yang diperlukan, sehingga diperoleh hasil dengan kriteria berikut:

No	Indikator Keberhasilan (100%)	Ya	Tidak
1.	Singkong dikupas dan dicuci sampai bersih.		
2.	Singkong diiris menggunakan alat pengiris/*slicer* setebal 4 mm, lalu dimasukkan ke dalam cawan petri satu lapisan (A) sebanyak 2 buah dan tiga lapisan (B) sebanyak 2 buah.		
3.	Masing-masing singkong dalam cawan petri ditimbang.		
4.	Cawan petri A1 dan B1, dimasukkan ke dalam oven suhu 60°C.		
5.	Cawan petri A2 dan B2, dijemur dengan sinar matahari		
6.	Singkong diiris menggunakan alat pengiris/*slicer* setebal 2 mm, lalu dimasukkan ke dalam cawan petri satu lapisan (C) sebanyak 2 buah dan tiga lapisan (D) sebanyak 2 buah.		
7.	Masing-masing singkong dalam cawan petri (C) dan (D) ditimbang.		
8.	Cawan petri C1 dan D1, dimasukkan ke dalam oven suhu 60°C.		
9.	Cawan petri C2 dan D2, dijemur dengan sinar matahari		
10.	Singkong diparut dengan parut kasar, lalu dimasukkan ke dalam cawan petri satu lapisan (E) sebanyak 2 buah dan tiga lapisan (F) sebanyak 2 buah.		
11.	Masing-masing singkong dalam cawan petri ditimbang.		
12.	Cawan petri E1 dan F1, dimasukkan ke dalam oven suhu 60°C.		
13.	Cawan petri E2 dan F2, dijemur dengan sinar matahari		
14.	Semua perlakuan diamati setiap 2 jam sebanyak 3 kali pengamatan.		
15.	Hasil pengamatan dicatat dan dibuat kurva besar air yang menguap pada setiap perlakuan.		
16.	Dibuat kesimpulannya		

Kegiatan Pembelajaran 3. Melakukan Proses Penggunaan Suhu (15 JP)

A. Deskripsi

Menerapkan teknik penggunaan suhu dalam pengolahan merupakan kompetensi yang harus dimiliki oleh setiap orang yang berkecimpung dalam bidang pengolahan, terutama pengolahan pangan. Ruang lingkup isi modul terdiri dari: menerapkan proses pendinginan dan pembekuan, pasteurisasi dan blansing, serta sterilisasi dan ekshausting. Ketiga kompetensi dasar tersebut diperlukan apabila akan melakukan proses pengolahan bahan hasil pertanian.

Pendinginan dan pembekuan merupakan salah satu teknik penyimpanan baik bahan mentah, setengah jadi, maupun bahan jadi/olahan. proses pendinginan dan pembekuan dapat memperpanjang umur simpan bahan dengan waktun tertentu.

Pasteurisasi merupakan proses yang sering dilakukan pada produk susu sebelum dikonsumsi atau diolah lebih lanjut. Pasteurisasi diterapkan pada bahan cair. Blansing merupakan proses pendahuluan yang diterapkan pada bahan padat, seperti pada saat membuat manisan atau membuat keripik sayuran yang akan digoreng vakum.

Sterilisasi merupakan proses mematikan mikroba yang ada dalam bahan pangan. pada umumnya sterilisasi dilakukan pada produk olahan yang dikemas dalam botol, stoples, ataupun kaleng. ekshausting merupakan proses pemanasan yang biasa dilakukan sebelum produk olahan yang dikemas dalam stoples atau kaleng ditutup rapat.

B. Kegiatan Belajar

1. Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari modul ini, peserta didik akan dapat menerapkan teknik penggunaan suhu dalam pengolahan yang terdiri dari pendinginan dan pembekuan, pasteurisasi dan blansing, serta sterilisasi dan ekshausting, baik secara terpisah maupun dalam satu kesatuan proses; sehingga memahami dengan benar prinsip pendinginan dan pembekuan, pasteurisasi dan blansing, serta sterilisasi dan ekshausting; apabila disediakan bahan dan peralatan yang diperlukan.

2. Uraian Materi

Penggunaan suhu pada proses pengolahan sering dipakai dibeberapa produk olahan maupun bahan mentahnya. Pada umumnya bahan hasil pertanian segar maupun hasil olahannya mudah mengalami kerusakan. Kerusakan dapat diakibatkan oleh beberapa faktor, yaitu mekanis, fisis, enzimatis atau mikrobiologis. Di sisi lain, dalam proses pemasaran bahan-bahan tersebut perlu dikirimkan dari suatu daerah ke daerah lain. Selama diperjalanan bahan-bahan tersebut kemungkinan akan mengalami kerusakan, terutama apabila tidak tertangani dengan baik dan sarana transportasi yang digunakan tidak mendukung keamanan bahan.

Salah satu upaya untuk mengendalikan bahan agar tidak rusak, yaitu dengan menghambat kegiatan metabolisme bahan, seperti reaksi-reaksi kimia yang dapat merusak bahan melalui pengaturan suhu bahan. Proses penyimpanan bahan dengan pengaturan suhu bahan di bawah suhu optimal disebut penyimpanan atau pengawetan dengan penggunaan suhu rendah.

Di samping itu penggunaan suhu tinggi seperti pasteurisasi dan blansing dapat menghambat pertumbuhan mikroba dalam bahan. sedangkan proses sterilisasi akan membunuh seluruh mikroba yang ada dalam bahan atau produk olahan.

Proses ekshausting diperlukan agar produk olahan yang dibotolkan dan dikalengkan tidak ada udara di permukaannya sehingga produk pengalengan atau pembotolan tidak mudah rusak

Amati gambar di bawah ini, produk-produk mana yang dilakukan proses yang menggunakan suhu rendah (pendinginan dan pembekuan) atau suhu tinggi (pasteurisasi, blansing, sterilisasi dan ekshausting)!


Gambar 1.


Gambar 2.


Gambar 3.


Gambar 4.


Gambar 5.


Gambar 6.

Lembar Pengamatan:

Gambar	Nama Produk/Gambar	Proses Penggunaan Suhu
Gambar		
Gambar		
Gambar		
Gambar		

Gambar	Nama Produk/Gambar	Proses Penggunaan Suhu
Gambar		
Gambar		

Berdasarkan hasil pengamatan yang telah Anda lakukan, buatlah minimal 2 pertanyaan tentang :

1) Macam-macam metode/teknik penggunaan suhu!
2) Peralatan yang digunakan dalam teknik penggunaan suhu!

Pertanyaan yang Anda buat dapat ditanyakan kepada guru Anda.

a. Pendinginan dan Pembekuan

Pada proses penggunaan suhu rendah ini perlakuan terhadap bahan pangan meliputi

1) proses pengeringan dengan suhu rendah.
2) proses pendinginan bahan pangan.
3) proses pembekuan bahan.

Bahan pangan yang mengalami ketiga proses tersebut akan mengalami perubahan yaitu perubahan fisik dan sedikit perubahan kimia.

1) Pendinginan

a) Bahan Segar

Pendinginan merupakan unit operasi dimana suhu bahan pangan diturunkan mencapai suhu -1 s.d 8°C. proses ini dilakukan untuk mengurangi kecepatan perubahan secara biokimia dan mikrobiologi, sehingga dapat memperpanjang umur simpan produk segar dan olahan pangan. Hal ini menyebabkan terjadinya perubahan minimal pada sifat karakteristik sensoris dan nutrisi bahan, dan bahan yang didinginkan mudah untuk penyiapan proses lanjutan, mutunya baik, serta lebih sehat, alami, dan segar.

Pendinginan sering dikombinasikan dengan unit operasi lain seperti fermentasi atau pasteurisasi untuk memperpanjang daya simpan produk setengah jadi. Bahan pangan dingin dikelompokkan dala tiga katagori berdasarkan suhu penyimpanannya:

(1) -1°C s.d +1°C; contohnya untuk ikan segar, daging, sosis, daging asap,daging giling.
(2) 0°C s.d +5°C; contohnya untuk daging kaleng yang dipasteurisasi, susu, krim, yoghurt.

(3) 0°C s.d +8°C; contohnya untuk olahan daging dan ikan, daging setengah matang, butter, keju.

Kecepatan perubahan biokimia bahan disebabkan oleh mikroba atau aktivitas enzim yang terdapat dalam bahan dan tergantung pada suhu yang digunakan. Pendinginan dapat menurunkan kecepatan perubahan secara enzimatis dan mikrobiologis serta menghambat respirasi dari bahan pangan segar.

Dalam jaringan hewan, respirasi aerob segera menurun ketika asupan oksigen pada darah terhenti karena proses penyembelihan. Respirasi anaerob dari glikogen menjadi asam laktat selanjutnya menyebabkan pH daging menurun, dan masuk dalam keadaan *rigor mortis*, dimana jaringan otot mengeras dan kaku. Pendinginan selama respirasi anaerob diperlukan untuk menghasilkan tekstur dan warna daging yang diinginkan serta untuk menurunkan kontaminasi bakteri. Perubahan yang tidak diinginkan terjadi karena pendinginan daging sebelum terjadi keadaan rigor mortis, dan disebut *cold shortening*.

b) Makanan Jadi

Penurunan suhu di bawah suhu pertumbuhan pada mikroba akan menghambat perkembangbiakan mikroba. Ada empat kategori mikroba berdasarkan suhu pertumbuhannya:

(1) Termofilik (minimum: 30-40°C, optimum: 55-65°C)
(2) Mesofilik (minimum: 5-10°C, optimum: 30-40°C)
(3) Psikrotropik (minimum: <0-5°C, optimum: 20-30°C)
(4) Psikrofilik (minimum: <0-5°C, optimum: 12-18°C).

Proses pendinginan akan mencegah pertumbuhan mikroba termofilik dan sebagian mesofilik. Perhatian utama dalam bahan pangan yang didinginkan adalah jumlah mikroba pathogen yang dapat tumbuh selama perpanjangan waktu penyimpanan pada suhu di bawah 5°C, atau peningkatan suhu yang akan menyebabkan keracunan makanan. Suhu pendinginan akan mencegah pertumbuhan bakteri pathogen, akan tetapi sekarang diketahui bahwa beberapa spesies masih dapat tumbuh dan berkembangbiak pad suhu tersebut.

Oleh karena itu, *Good manufacturing practice* (GMP) dilaksanakan selama proses pendinginan bahan pangan.

Daya tahan simpan produk yang didinginkan ditentukan oleh:

(1) Jenis bahan pangan
(2) Jumlah mikroba pembusuk dan inaktivasi enzim yang dicapai pada proses
(3) Control hygiene selama prosesing dan pengemasan
(4) Suhu selama proses distribusi dan penyimpanan.

c) Teknik Pendinginan

Proses pendinginan dan pembekuan dapat dilakukan melalui berbagai teknik. Penerapan setiap teknik pendinginan dan pembekuan sangat dipengaruhi oleh karakteristik dari bahan yang akan didinginkan atau dibekukan.

Kecepatan bahan untuk menjadi dingin atau beku sangat dipengaruhi oleh banyak faktor. Kecepatan bahan menjadi dingin tersebut sering dikenal dengan istilah laju pendinginan, yaitu waktu yang dibutuhkan dalam pendinginan dan pembekuan bahan sehingga suhu bagian tengah bahan sama dengan suhu pendingin/beku.

Faktor yang mempengaruhi laju pendinginan antara lain:

(1) Kecepatan pindah panas dari bahan ke medium pendingin
(2) Perbedaan suhu antara bahan dengan medium pendingin
(3) Kecocokan antara medium pendingin dengan bahan
(4) Sifat medium pendingin

Beberapa teknik pendinginan dan pembekuan yang umum digunakan:

(1) Pendinginan alami (*Natural cooling*)

Natural Coolling adalah pendinginan dengan menggunakan es sebagai bahan pendingin atau penyerap panas (refrigerant). Cara ini banyak digunakan dalam pengangkutan buah, sayur dan daging. Beberap teknik pendinginan alami yaitu :

(a) *Hydro coolling*, yaitu pencelupan atau peremdaman bahan kedalam air dingin.
(b) *Ice toping*, yaitu pendinginan dengan cara menimbun bahan menggunakan kristal es.
(c) *Spray Coolling*, yaitu pendinginan dengan cara menghembuskan udara dingin pada bahan yang didinginkan.

Prinsip pendinginan *Natural Coolling*, yaitu bahwa udara yang berada di dekat es akan dingin. Karena udara dingin mempunyai berat jenis lebih besar maka udara akan bergerak ke bawah dan kontak dengan bahan. Sebaliknya, udara dingin yang telah membawa panas dari bahan berat jenisnya menjadi lebih kecil, sehingga udara tersebut akan bergerak ke atas dan berhubungan lagi dengean es. Demikian proses ini berulang terus menerus sampai bahan menjadi dingin.

(2) Pendinginan secara mekanis (*mechanical coolling*)

Pendinginan secara mekanis dilakukan dengan menggunakan cairan pendingin (refrigerant) untuk menyerap panas bahan. Penyerapan panas terjadi pada saat cairan refrigerant tersebut menguap.

Cairan refrigerant dengan tekanana tinggi akan mengalir dari tangki refrigerant melalui katup pengatur, kemudian masuk ke ruang pendingin (Refrigerator). Di dalam ruang pendingin, refrigerant akan menyerap panas yang dikeluarkan oleh bahan, sehingga refrigerant berubah dari cairan menjadi uap jenuh uap jenuh tersebut selanjutnya dihisap oleh kompresor dan dilewatkan melalui unit pengembun (kondensor) hingga menjadi cair kembali. Cairan kemudian masuk ke dalam tangki refrigerant, untuk kemudian disirkulasikan kembali.

Refrigerant sebagai zat penyerap panas memiliki sifat-sifat sebagai berikut:

(a) Memiliki titik didih rendah dan titik panas tinggi
(b) Tidak bersifat racun (toksik) atau tingkat keracunan rendah.
(c) Tidak mudah terbakar
(d) Uap dapat dimampatkan
(e) Daya serap terhadap minyak pada kompresor rendah
(f) Ongkos murah

Refrigerant yang sering digunakan dalam proses pendinginan dan pembekuan, yaitu:

– Ammoniak (NH_3)	– Methyl chlorida
– Ethyl khlorida	– Karbon dioksida
– Belerang dioksida	– Freon-12a, sekarang mulai dilarang
– Propanol	– Freon-22 a, sekarang mulai dilarang



Gambar 45. Contoh alat pendingin (*refrigerator*)

2) Pembekuan

Pembekuan merupakan unit operasi dimana suhu penyimpanan yang digunakan di bawah titik beku bahan makanan. Suhu yang digunakan biasanya adalah sama atau lebih rendah dari -18°C, karena pada suhu antara -10°C sampai -12°C ternyata bahan makanan kurang tahan lama. Pembekuan yang baik umumnya dilakukan pada suhu antara -12°C sampai -24°C. sedangkan pembekuan cepat (*quick freezing*) dilakukan pada suhu -24°C sampai -40°C. Dengan pembekuan, bahan akan tahan sampai beberapa bulan, bahkan kadang-kadang sampai beberapa tahun.

Teknik Pembekuan

a) Pembekuan dengan penghembusan udara dingin (*air blast freezing*)

Proses pembekuan bahan dilakukan dengan menggunakan media pendingin berupa udara dingin yang bersuhu -10^{o}C sampai -40^{o}C. Udara dingin dilewatkan secara cepat di atas permukaan bahan yang didinginkan. Udara dingin tersebut akan membawa panas yang dikeluarkan oleh bahan.

Pembekuan dengan hembusan udara dingin dapat diterapkan untuk segala bentuk produk yang dipak/dibungkus dengan berbagai sifat bahan pembungkusnya. Kelemahan dari teknik ini, bahan yang didinginkan kadang-kadang dapat menjadi kering, sebagai akibat udara dingin yang digunakan harus menjangkau ke seluruh bahan.

b) Pembekuan kontak/plat (*contact freezing/plat freezing*)

Pembekuan dengean teknik ini hanya diperuntukan bagi produk-produk yang mempunyai bentuk tertentu atau tahan terhadap tekanan. Bahan-bahan yang akan dibekukan diletakan pada plat atau lempengan yang telah didinginkan lebih dahulu. Khusus untuk produk-produk yang berbentuk pasta dan butiran tidak dibekukan dengan cara ini.

c) Pembekuan kontak tidak langsung

Teknik ini lebih tepat untuk membekukan bahan/produk yang berbentuk pasta atau bubur. Pada cara ini proses pembekuan dilakukan dua tahap. Pertama, bahan dibekukan secara cepat (beberapa detik), selanjutnya bahan segera dipak. Tahap kedua, bahan yang telah dipak, kemudian dibekukan lagi dengan cara menghembuskan udara dingin dengan pembekuan emersi (dicelupkan atau disemprot dengan medium pendingin).

d) Perendaman langsung dengan cara pendinginan

Perendaman produk secara langsung dilakukan dengan cairan pendingin atau dengan menyemprotkan cairan pendingin di atas produk. Contoh media pendingin yang digunakan adalah nitrogen cair dan CO_2 cair.

Penggunaan nitrogen cair dengan titik didih –196^{o}C dan CO_2 dengan titik didih –88^{o}C, dapat menyebabkan proses pembekuan dan terjadi sangat cepat. Hal ini karena adanya perbedaan yang jauh antara titik beku bahan dengan titik didih medium pendingin. Kecepatan pembekuan mempengaruhi ukuran kristal es yang terbentuk, sebaliknya semakin lambat proses pembekuan makin besar ukuran kristal. Pembentukan kristal es yang lambat dapat menyebabkan kerusakan pada bahan.



Gambar 46. Contoh alat pembeku (*freezer*)



Gambar 47. Produk hasil pembekuan.

3) **Faktor-faktor yang berpengaruh terhadap pendinginan dan pembekuan**

Proses pendinginan atau pembekuan dapat dikatakan optimal apabila bahan yang didinginkan/dibekukan mempunyai daya simpan relatif lebih panjang dari pada bahan yang tidak didinginkan/dibekukan. Selain itu, bahan tidak mengalami kerusakan akibat adanya perlakuan pendinginan atau pembekuan.

Faktor-faktor yang mempengaruhi proses pendinginan dan pembekuan adalah:

a) **Suhu**

Suhu yang digunakan untuk mendinginkan setiap bahan makanan berbeda-beda tergantung pada kandungan air pada bahan makanan tersebut.

Selain itu, perlu diperhatikan pula suhu penyimpanannya. Penyimpanan selalu menimbulkan penurunan kualitas, pada suhu penyimpanan tinggi, hal ini akan berlangsung lebih cepat daripada suhu yang rendah. Untuk mengurangi penurunan kualitas tersebut maka suhu penyimpanan bahan makanan yang didinginkan sebaiknya dilakukan pada suhu -18°C (0°F). Sedangkan untuk bahan makanan yang mudah rusak serta akan disimpan dalam waktu lama umumnya digunakan kisaran suhu -25°C sampai -30°C.

b) **Kualitas bahan mentahnya**

Bahan makanan yang akan diawetkan sebaiknya bahan makanan yang berkualitas tinggi. Bahan makanan yang telah rusak atau cacat mungki sudah terkontaminasi oleh mikroba. Bila mikroba yang ada adalah mikroba psikrofilik, maka mikroba tersebut masih berkembang pada suhu rendah.

c) **Perlakuan pendahuluan yang tepat**

Perlakuan-perlakuan pendahuluan seperti pasteurisasi, sterilisasi, pembersihan atau blansing sangat mempengaruhi jumlah mikroba yang terdapat pada bahan yang akan didinginkan atau dibekukan.

d) **Kelembaban/RH**

Kelembaban tempat penyimpanan pada suhu rendah besar sekali artinya dalam mencegah dan mengurangi pembusukan yang disebabkan oleh mikroba. Pada umumnya berbagai bahan makanan sebaiknya disimpan pada suhu pendinginan dengan kelembaban antara 80-95%, sayur-sayuran 90-95%, kelapa 70%, dan produk yang berbentuk tepung seperti susu bubuk dan telur di bawah 50%. Kelembaban tidak boleh terlalu rendah, karena akan menyebabkan terjadinya penguapan air dari produk-produknya. Untuk mencegah terjadinya kehilangan air, biasanya produk sebelum didinginkan dikemas dulu dengan plastic atau dilapisi dengan lilin (*wax*) misalnya untuk keju.

e) **Aliran udara yang optimum**

Distribusi udara yang cukup memadai akan menjamin terdapatnya suhu yang merata di seluruh tempat pendingin dan pembeku serta akan mencegah terjadinya pengumpulan uap air setempat.

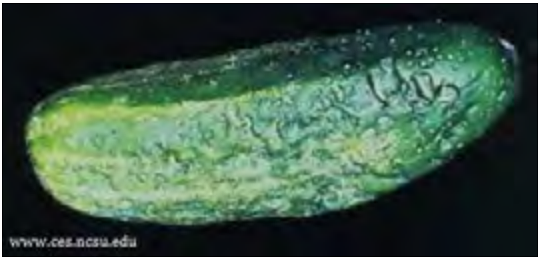
4) **Kerusakan Dalam Pendinginan dan Pembekuan**

Kerusakan-kerusakan dalam pendinginan dan pembekuan:

a) **Kerusakan karena suhu dingin (*chilling Injury*)**

Kerusakan karena pendinginan merupakan persoalan yang perlu diperhatikan dalam penanganan bahan. Buah-buahan dan sayur-

sayuran yang peka terhadap suhu dingin akan mengalami reaksi-reaksi fisiologis yang tidak normal. Reaksi fisiologis yang tidak normal tersebut dapat menimbulkan senyawa-senyawa beracun, dan senyawa beracun yang dihasilkan antara lain adalah: asetaldehid, etanol, asam keton dan zat polifenol teroksidasi. Ciri-ciri terjadinya *chilling injury* pada mangga adalah: kulit suram, pematangan tidak merata dan bercak-bercak berwarna belang. Faktor yang mempengaruhi kerusakan bahan tersebut adalah; jenis komoditas, varietas, tingkat kemasakan, suhu dan lama penyimpanan.



Gambar 48. Contoh kerusakan karena *chilling injury*.

b) Kerusakan oleh bahan pendingin/refrigerant

Yang dimaksud dengan bahan pendingin adalah bahan kimia yang digunakan sebagi bahan pendingin, seperti amonia. Selama proses pendinginan, amonia harus dijaga jangan sampai masuk ke ruang pendinginan. Apabila terjadi kebocoran pada pipa-pipa amonia, maka sebaiknya proses pendinginan tidak dilakukan.

Kebocoran amonia dapat mengakibatkan bahan yang digunakan mengalami perubahan warna menjadi coklat atau hitam kehijauan. Jika hal ini terus didiamkan, maka akan terjadi pelunakan jaringan-jaringan bahan dan akhirnya bahan menjadi rusak.

c) **Kehilangan berat bahan**

Berkurangnya berat bahan, umumnya disebabkan oleh adanya penguapan sebagian air yang dikandung di dalam bahan selama bahan didinginkan. Bahan-bahan yang tidak dibungkus dengan bahan yang kedap air kemungkinan besar akan layu atau mengering. Faktor-faktor yang mempengaruhi terjadinya penguapan air bahan adalah suhu, kelembaban, kontak bahan dengan udara dan kecepatan sirkulasi udara.

d) **Denaturasi protein**

Sifat-sifat protein sangat dipengaruhi oleh keadaan air, perubahan keadaan air pada bahan yang didinginkan/dibekukan dapat menimbulkan terjadinya denaturasi protein, yaitu putusnya ikatan-ikatan air dan berkurangnya perubahan rasa dan bau. Khusus untuk daging, menjadi lebih liat.

b. Pasteurisasi dan Blansing

Beberapa teknik pengawetan dengan suhu tinggi bertujuan untuk membunuh mikroba. Berbagai cara yang sering dilakukan seperti memasak, menggoreng, merebus atau cara pemanasan lainnya merupakan salah satu cara pengawetan bahan pangan. Dengan perlakuan tersebut, selain terjadi perubahan fisik dan kimiawi, juga akan menyebabkan sebagian besar mikroba dan enzim mengalami kerusakan, sehingga makanan yang dimasak lebih tahan beberapa hari.

Proses pemasakan, tidak menjamin makanan menjadi steril. Hal ini disebabkan kemungkinan terjadinya kontaminasi kembali oleh mikroba sehingga makanan menjadi rusak dalam waktu yang relatif pendek. Untuk memperpanjang waktu simpan makanan yang telah dimasak, dapat dikombinasikan dengan penyimpanan dingin.

1) Prinsip Pengawetan Suhu Tinggi

Pengawetan dengan suhu tinggi pada dasarnya merupakan teknik pemanasan dimana panas tersebut dimaksudkan untuk mematikan mikroba dan menginaktifkan enzim, dan adanya mikroba enzim dapat merusak bahan makanan walaupun disimpan dalam wadah tertutup. Panas merupakan faktor yang penting untuk mematikan mikroba. Kematian mikroba disebabkan karena terjadinya koagulasi protein dan enzim-enzim yang diperlukan untuk metabolisme mikroba sehingga mikroba menjadi inaktif.

Kematian mikroba terjadi karena:

a) Denaturasi enzim-enzim yang terdapat di dalam sel-sel mikroba.
b) Pemecahan struktur molekul protein yang terdapat di dalam sel mikroba.
c) Pemecahan molekul-molekul organik kompleks lainnya.

Ketahanan mikroba terhadap panas berbeda tergantung jenis mikrobanya. Ada mikroba yang mati pada suhu rendah, akan tetapi ada yang tahan pada suhu tinggi. Pemanasan dapat membunuh sebagian besar bakteri, terutama dalam bentuk vegetatifnya, sedangkan sporanya biasanya lebih tahan terhadap panas.

Sebagian bakteri mati pada kisaran suhu 82,2-104,4°C. Tetapi spora bakteri masih tahan pada suhu pemanasan 100°C selama 30 menit.

a) Pasteurisasi

Pasteurisasi adalah perlakuan panas pada suhu di bawah titik didih air. Perlakuan pasteurisasi dapat menyebabkan mikroba penyebab penyakit tidak aktif. Pasteurisasi menyebabkan sebagian besar bentuk vegetatif mikroba yang hidup menjadi tidak aktif, akan tetapi mikroba dalam bentuk spora (bentuk seperti kapsul) masih tetap hidup.

Oleh karena itu, bahan makanan yang dipasteurisasi masih mengandung mikroba dalam bentuk spora sehingga umur simpan tidak akan terlalu lama.

(1) Tujuan Pasteurisasi

Pasteurisasi bertujuan:

(a) membunuh mikroba patogen sehingga bahan makanan aman dikonsumsi manusia;

(b) mengurangi populasi mikroba dalam bahan makanan sehingga memperpanjang umur simpan;

(c) menginaktifkan enzim fosfatase dan katalase, yang menyebabkan bahan makanan cepat rusak; dan

(d) Menimbulkan cita rasa yang lebih enak.

Menurut Fellow (2004), pasteurisasi adalah perlakuan panas yang tidak terlalu tinggi (sedang), biasanya suhu yang digunakan di bawah 100ºC, dimana pasteurisasi ini bertujuan untuk mempertahankan umur simpan bahan makanan selama beberapa hari (seperti pada susu) atau selama beberapa bulan (seperti pada buah-buahan yang dikalengkan).

Pengawetan makanan pada proses pasteurisasi terjadi karena enzim menjadi tidak aktif dan terjadi kerusakan pada mikroba yang tidak tahan terhadap panas seperti bakteri, yeast dan kapang. Pemberian perlakuan panas pada bahan makanan untuk memperpanjang umur simpan, dipengaruhi oleh pH makanan tersebut. Pada bahan makanan yang memiliki kadar asam rendah (pH di atas 4,5), tujuan pasteurisasi adalah untuk membunuh bakteri patogen, dan bila bahan makanan memiliki kadar asam tinggi (pH di bawah 4,5), maka tujuan utama pasteurisasi adalah untuk menginaktifkan enzim. Tujuan pasteurisasi untuk beberapa jenis makanan dapat dilihat pada Tabel 5.

Pada komoditas susu segar, pasteurisasi merupakan proses awal yang biasa digunakan untuk melakukan proses selanjutnya. Di samping itu, pasteurisasi pada susu dapat meperpanjang umur simpan susu segar yang sangat pendek, karena susu merupakan media yang sangat baik untuk pertumbuhan mikroba patogen (penyebab penyakit) seperti tuberkolosis (TBC) dan tifus. Dengan dilakukannya pasteurisasi, bakteri penyebab penyakit tersebut akan menjadi tidak aktif.

Tabel 5. Tujuan Pasteurisasi untuk Beberapa Jenis Bahan Makanan

No	Bahan Makanan	Tujuan Utama	Tujuan Sekunder	Kondisi Minimum Proses Pengolahan
1.	pH 4,5 (juice buah-buahan)	Menginaktifkan enzim (pektinase dan poligalakturonase)	Membunuh mikroba pembusuk (yeast dan kapang/fungi)	• 65ºC, 30 menit • 77ºC, 1 menit • 88ºC, 15 detik
2.	Bir (minuman beralkohol)	Membunuh mikroba pembusuk (yeast pengganggu, *Lactobacillus sp*) dan residu yeast (*Saccaromyces sp.*)		• 65-68ºC, 20 menit (dalam botol) • 72-75ºC, 1-4 menit
3.	pH>4,5 (susu)	Membunuh bakteri patogen: *Brucella abortis, Mycobacterrium tuberculosis*	Membunuh mikroba pembusuk dan merusak enzim	• 65ºC, 30 menit • 71,5ºC, 15 detik
4.	Telur cair	Membunuh bakteri patogen: *Salmonela seftenburg*	Membunuh mikroba pembusuk	• 64,4ºC selama 2,5 menit • 60ºC, selama 3,5 menit
5.	Es krim	Membunuh bakteri patogen	Membunuh mikroba pembusuk	• 65ºC, 30 menit • 71ºC, 10 menit • 80ºC, 15 detik

Sumber: Fellow (2004)

(2) Kombinasi Waktu dan Suhu

Pasteurisasi menyebabkan mikroba patogen dan pembusuk dalam bentuk vegetatif menjadi tidak aktif, akan tetapi mikroba dalam bentuk kapsul akan tetap hidup. Oleh karena itu biasanya

proses pasteurisasi akan dilanjutkan dengan penyimpanan dingin untuk mengawetkan bahan makanan tersebut.

Pasteurisasi dilakukan dengan tidak merusak bahan makanan tersebut tetapi dapat mematikan mikroba patogen dan pembusuk. Oleh karena itu perlu ditentukan suhu dan lama pemanasan agar bahan makanan tetap baik. Kombinasi antara suhu dan lama pasteurisasi sangat penting untuk menentukan intensitas pemberian/perlakuan panas.

Kombinasi suhu dan lama pasteurisasi terhadap kematian bakteri dapat dijelaskan sebagai berikut:

(a) Bakteri coli pada susu akan mati bila dipanaskan pada suhu 70ºC selama 1 detik dan 65ºC selama 10 detik. Dengan kata lain, pemanasan pada suhu 70ºC selama 1 detik dan pemanasan 65ºC selama 10 detik akan mempunyai pengaruh yang sama terhadap kematian bakteri yang sama.
(b) Bakteri *Tubercle bacilli* (berbentuk batang) lebih tahan terhadap panas dibandingkan dengan bakteri coli (berbentuk bulat). Untuk mematikan bakteri berbentuk batang, digunakan kombinasi pemanasan 70ºC selama 20 detik atau pada suhu 65ºC selama 2 menit.

Dalam proses pasteurisasi susu, maka beberapa hal yang harus diperhatikan, sehubungan dengan kombinasi penggunaan suhu dan lama pasteurisasi, yaitu:

(a) lapisan tipis kepala susu/krim tidak boleh pecah,
(b) tidak terjadi perubahan bau dari susu segar, seperti bau hangus dan sangit,
(c) protein susu tidak boleh terdenaturasi (pecah),
(d) nilai nutrisi dari susu segar tidak boleh turun.

Pasteurisasi bukan merupakan sterilisasi, dimana pasteurisasi tidak akan mengubah bahan makanan yang mengandung mikroba menjadi bahan makanan yang tidak mengandung mikroba. Oleh karena itu pada pasteurisasi susu, susu yang akan dipasteurisasi harus susu segar dan sehat, karena pasteurisasi hanya membunuh bakteri patogen dan penyebab kebusukan, bukan mengubah bahan yang kurang bersih menjadi bersih.

Pada industri pengolahan susu, biasanya pengadaan bahan baku (susu segar) berasal dari para petani/pengumpul/koperasi. Jarak antara tempat produksi susu (peternak sapi perah) dengan industri cukup jauh (antara 50 km s.d 100 km lebih). Untuk menghindari kerusakan susu segar selama perjalanan, maka dapat dilakukan terminasi (*termination*). Terminasi adalah perlakuan pemanasan pendahuluan sebelum bahan dipasteurisasi, dengan tujuan untuk menekan/mengurangi pertumbuhan mikroba. Suhu dan lama pemanasan di bawah suhu pasteurisasi yaitu berkisar antara 63-65ºC selama 15 detik. Untuk mencegah spora bakteri aerob berkembang setelah pemanasan, harus dilakukan pendinginan cepat sesaat setelah pemanasan. Suhu pendinginan ± 4ºC atau di bawahnya. Dengan adanya pemanasan pendahuluan ini akan mengakibatkan spora bakteri berkembang menjadi bentuk vegetatif, selanjutnya bentuk vegetatif ini akan rusak/mati setelah proses pasteurisasi.

(3) Metode Pasteurisasi

Proses pasteurisasi dapat dilakukan dengan beberapa metode, yaitu:

(a) Metode Pasteurisasi High Temperature Short Time (HTST)

Menurut Fellow (2004), pasteurisasi dengan menggunakan suhu tinggi dengan waktu singkat (HTST = High Temperature Short Time) dapat mempertahankan cita rasa, warna, dan vitamin pada bahan. Di samping itu, kondisi pasteurisasi dengan menggunakan HTST dapat mengoptimalkan kualitas nutrisi susu. Pasteurisasi dengan cara ini untuk susu segar dipakai kombinasi suhu dan lama pasteurisasi 88ºC selama 1 detik, 94ºC selama 0,1 detik atau 100ºC selama 0,01 detik.

Pasteurisasi dengan HTST dapat dilakukan pada susu segar dengan menggunakan suhu 72-75ºC selama 15 detik, kemudian dilakukan pendinginan. Pada suhu ini, enzim phosphatase di dalam susu segar akan rusak. Atas dasar hal ini, maka pengujian terhadap susu pasteurisasi menggunakan tes phosphatase. Nilai tes phosphatase pada susu harus negatif.

Sedangkan pasteurisasi dengan HTST pada krim dan hasil pengolahan susu fermentasi (seperti yoghurt) menggunakan suhu lebih dari 80ºC selama 3-5 detik. Pada suhu ini, enzim peroksidase akan rusak, sehingga untuk menguji kualitas bahan-bahan tadi salah satunya dengan tes peroksidase.

Menurut Winarno dkk (1980), pasteurisasi dengan HTST memiliki kelemahan yaitu kurva degradasi (kerusakan) enzim dan mikroba oleh panas memiliki perbedaan yang nyata. Artinya bila dipanaskan dengan suhu yang agak rendah akan menyebabkan kerusakan mikroba tinggi dan kerusakan enzim rendah. Sebaliknya bila dipanaskan dengan suhu agak

tinggi akan menyebabkan degradasi enzim yang lebih tinggi dibandingkan dengan kerusakan mikroba. Untuk mengatasi hal ini, maka perlu suatu uji coba kombinasi suhu dan lama pasteurisasi yang tepat untuk membunuh mikroba dan kerusakan enzim dalam waktu yang sama.

Pasteurisasi dengan HTST sudah umum dilakukan. Susu segar dipanaskan sampai mencapai suhu 72-75ºC, dipertahankan pada suhu tersebut selama 15 detik kemudian didinginkan pada suhu 4ºC. Pasteurisasi HTST yang dilakukan dalam suatu proses terus menerus akan lebih singkat waktunya, dibandingkan dengan menggunakan sistem batch.

Pada industri besar, biasanya pasteurisasi HTST dilakukan dalam proses yang kontinyu, artinya pasteurisasi dilakukan secara berurutan tanpa ada waktu istirahat untuk setiap tahapan proses pasteurisasi. Pasteurisasi berjalan secara otomatis, artinya proses dimulai dari susu segar dingin, pemanasan, pendinginan sampai susu siap dilakukan pengepakan berlangsung dalam satu alat.

Alat pasteurisasi (*pasteurizer*) sebelum dan setelah digunakan harus disterilkan. Tujuan sterilisasi alat sebelum digunakan adalah untuk membersihkan alat serta mengontrol alat tersebut sesuai dengan yang dikehendaki, yaitu suhu pasteurisasi panas mencapai suhu 72ºC dan suhu susu pasteurisasi dingin mencapai 3-4ºC. Tujuan sterilisasi alat setelah digunakan untuk menstrilkan alat agar sisa-sisa bahan yang tertinggal dalam alat dapat dibersihkan. Karena bila tidak dibersihkan, sisa bahan akan terkontaminasi oleh bakteri dan membusuk, kemudian akan mengkontaminasi

bahan yang akan dan dipasteurisasi pada tahap berikutnya dan mengakibatkan ruang pengolahan menjadi tidak higienis.

Cara sterilisasi yang digunakan adalah dengan mengalirkan air bersih ke dalam tangki, selanjutnya ke dalam tangki tersebut dialirkan uap panas sehingga suhu air dalam tangki mencapai 85ºC. Kemudian mesin dijalankan agar air panas dalam tangki mengalir ke seluruh bagian alat, dengan demikian maka seluruh bagian alat akan tercuci oleh air panas tadi. Selama proses sterilisasi, air panas dibiarkan mengalir selama kurang lebih 10 menit.

(b) Metode Ultra Pasteurisasi (UHT = Ultra High Temperature)

Ultra pasteurisasi adalah suatu cara pasteurisasi dengan menggunakan suhu yang tinggi dan dalam waktu yang sangat singkat. Pasteurisasi dengan cara ini dilakukan secara bertahap. Mula-mula susu dipanaskan sampai mencapai suhu 75°C, kemudian dipanaskan dengan menggunakan tekanan sampai mencapai suhu 140°C selama 4 detik. Segera setelah pemanasan, dilakukan pendinginan cepat dan dilakukan pengepakan secara aseptis. Keuntungan dengan melakukan pasteurisasi menggunakan cara ini adalah produk yang dihasilkan berupa produk pasteurisasi steril, sebab perlakuan ini selain dapat membunuh bakteri penyebab penyakit (patogen), bakteri penyebab kebusukan, juga membunuh bakteri berbentuk spora.



Gambar 49. Contoh mesin UHT.

(c) Metode Pasteurisasi Low Temperature Long Time (LTLT)

Metode pasteurisasi LTLT (Low Temperature Long Time) dilakukan menggunakan suhu rendah dengan waktu yang lama. Kelemahan metode ini menyebabkan kehilangan vitamin yang lebih besar dibandingkan dengan metode HTST seperti terlihat pada Tabel 6. (Fellows, 2004)

Tabel 6. Kehilangan Vitamin Selama Proses Pasteurisasi

VITAMIN	METODE PASTEURISASI	
	HTST	LTLT
Vitamin A	-	-
Vitamin D	-	-
Riboflavin	-	-
Vitamin B_6	0	0
Biotin	-	-
Thiamin	6,8	10
Vitamin C	10	20
Vitamin B_{12}	0	10

Sumber: Fellow, 2004

Pasteurisasi dengan LTLT dikenal juga dengan pasteurisasi lambat. Pasteurisasi lambat dapat dilakukan dengan cara:

- Batch Holding Process,
- Pasteurisasi dengan penyemproten air panas,
- Pasteurisasi dengan perendaman dalam air yang mengalir,
- Pasteurisasi dengan pemanasan yang berkecepatan tinggi,
- Pasteurisasi dengan aliran yang berkesinambungan.

- **Batch Holding Process**

  Pasteurisasi dengan cara ini disebut juga pasteurisasi dengan penggodogan dan merupakan cara pasteurisasi yang sering dijumpai di rumah tangga. Cara pasteurisasi dilakukan dengan memanaskan bahan (susu segar) di dalam wadah (kombinasi suhu dan lama pasteurisasi dapat dipilih sesuai dengan Tabel 1.), kemudian susu didinginkan pada tempat yang sama. Cara pasteurisasi ini sangat praktis dan sederhana sehingga sangat sesuai untuk melakukan pasteurisasi dalam jumlah sedikit. Akan tetapi cara ini mempunyai kelemahan yaitu sulit untuk mempertahankan suhu sesuai yang diinginkan. Pada saat pemanasan sesekali dilakukan pengadukan untuk meratakan panas.



Gambar 50. Contoh pasteurisasi dengan cara *Batch Holding Process*

- **Pasteurisasi dengan penyemprotan air panas**

  Pada proses ini, bahan dimasukkan dalam suatu wadah yang memiliki rambat panas yang baik. Sedangkan air panas disemprotkan melalui pipa-pipa di luar wadah tersebut. Selama pemanasan dengan penyemprotan air panas, bahan tetap harus diaduk agar pemanasannya merata. Penyemprotan dihentikan bila suhu bahan (susu) sudah mencapai 63ºC selama 30 menit.

- **Pasteurisasi dengan perendaman dalam air yang mengalir**

  Pasteurisasi dengan cara ini dilakukan dengan memasukkan wadah yang berisi bahan yang akan dipasteurisasi dan direndam dalam tangki yang berisi air panas yang mengalir. Bahan yang dipasteurisasi tetap harus diaduk untuk meratakan panas. Suhu dan lama pemanasan sama seperti cara pasteurisasi lambat lainnya, yaitu suhu 63ºC selama 30 menit.

- **Pasteurisasi dengan pemanasan yang berkecepatan tinggi**

  Pada proses ini bahan dimasukkan dalam suatu wadah yang disekelilingnya terdapat pipa-pipa yang melingkari wadah tersebut. Di dalam pipa-pipa tersebut dialirkan air panas atau uap panas berkecepatan tinggi.

- **Pasteurisasi dengan aliran yang berkesinambungan**

  Pada proses ini bahan dipompa ke dalam pipa yang terdapat di dalam tangki yang didalamnya dialirkan air panas atau uap panas yang arahnya berlawanan dengan arah aliran bahan. Alat ini dirancang sedemikian rupa sehingga bahan keluar dari alat ini tepat pada suhu dan waktu pasteurisasi yaitu 63ºC selama 30 menit. Kemudian bahan tersebut langsung didinginkan di dalam pendingin yang menjadi satu kesatuan dengan alat itu juga. Pendinginan mencapai suhu 4,5ºC atau lebih rendah lagi.



Gambar 51. Contoh produk hasil pasteurisasi.

(4) Pengaruh Pasteurisasi Pada Makanan

Pasteurisasi merupakan perlakuan pemanasan relatif sedang walaupun dipadukan dengan unit operasi lain (misalnya radiasi dan pendinginan) hanya akan sedikit mengubah nilai gizi dan sifat organoleptik pada bahan makanan. Daya tahan simpan makanan terpasteurisasi biasanya hanya beberapa hari atau satu minggu dibandingkan dengan proses sterilisasi yang dapat bertahan selama beberapa bulan.

Proses pasteurisasi akan berpengaruh pada makanan dalam hal:

(a) Warna, Cita Rasa dan Aroma

Pada sari buah, penyebab utama perubahan warna adalah pencoklatan enzimatis oleh enzim polyphenoloxidase. Hal ini dipacu dengan adanya oksigen. Oleh karena itu sari buah sebelum dipasteurisasi diberi perlakuan deaerasi.

Kehilangan komponen aroma dalam jumlah kecil selama pasteurisasi pada sari buah menyebabkan penurunan kualitas dan mungkin juga menyebabkan cita rasa/bau masak (*cooked flavor*) lain. Kehilangan senyawa volatil dari susu mentah menghilangkan aroma khas pada susu (seperti jerami) dan menghasilkan produk yang tidak menarik.

(b) Kehilangan Vitamin

Susu pasteurisasi akan kehilangan serum protein sampai 5% dan sedikit perubahan pada kandungan vitamin. Kehilangan vitamin selama proses pasteurisasi susu terdapat pada Tabel 6.

(5) Pengujian Keberhasilan Pasteurisasi

Untuk mengetahui keberhasilan proses pasteurisasi dilakukan uji peroksidase. Pada susu, uji ini dipergunakan untuk memeriksa apakah susu sudah dipasteurisasi dengan baik atau tidak, atau untuk memeriksa susu yang dimasak. Uji ini didasarkan pada adanya enzim peroksidase pada susu segar. Setelah pemanasan di atas 77,8°C maka peroksidase akan inaktif.

Selain itu dapat dilakukan uji reduktase atau uji metilen blue. Pengujian ini dilakukan untuk menentukan banyaknya mikroba yang terdapat dalam susu secara kualitatif dengan menggunakan pereaksi warna indikator. Prinsip pengujian ini adalah dalam susu segar terdapat enzim reduktase yang dibentuk oleh bakteri yang mereduksi zat warna indikator menjadi larutan yang tidak berwarna. Makin tinggi jumlah mikroba dalam susu, makin cepat perubahan warna biru menjadi putih/pudar pada susu yang diuji. Pada susu yang telah dipasteurisasi, perubahan warna akan berlangsung lama dibandingkan pada susu yang belum dipasteurisasi. Kualitas susu segar berdasarkan lamanya waktu reduksi dapat dilihat pada Tabel 7 berikut.

Tabel 7. Kualitas Susu Segar Berdasarkan Lamanya Waktu Reduksi

Waktu Reduksi	Kualitas Susu
0 menit – 20 menit	Jelek
20 menit – 2 jam	Kelas III
2 jam – 4,5 jam	Kelas II
4,5 jam – 5,5 jam	Kelas I
Lebih dari 6 jam	Susu dicurigai telah mengalami perlakuan (dididihkan, ditambah atau mengandung antibiotika, ditambah desinfektan)

Sumber:

b) Blansing

Blansing merupakan proses pemanasan pendahuluan pada sayuran dan buah-buahan dalam air panas atau uap panas. Blansing mempunyai tujuan utama menginaktifkan enzim, diantaranya peroksidase dan katalase, dimana kedua jenis enzim ini termasuk tahan terhadap panas.

Disamping menginaktifkan enzim, perlakuan blansing bertujuan:

(1) Membersihkan bahan dari kotoran dan mengurangi jumlah bakteri dalam bahan.

(2) Memperlunak bahan, memudahkan pengisian bahan ke dalam wadah.

(3) Mengeluarkan gas-gas yang terdapat dalam ruang-ruang sel, sehingga mengurangi terjadinya pengkaratan kaleng dan memperoleh keadaan vakum yang baik dalam "headspace" kaleng, pada proses pengalengan sayuran dan buah-buahan.

(4) Memantapkan warna hijau sayur-sayuran.

(5) Menghilangkan bau dan flavor yang tidak dikehendaki.

(6) Memperbaiki tekstur bahan.

(7) Mengurangi jumlah mikroba pada produk yang dihasilkan.

Beberapa kerugian penggunaan panas dengan blansing:

(1) Merubah tekstur, warna dan flavor akibat pemanasan.

(2) Meningkatkan kehilangan padatan terlarut (blansing dengan perebusan).

(3) Menurunkan nilai gizi (vitamin).

Suhu yang digunakan untuk proses blansing adalah kurang dari 100°C selama beberapa menit tergantung dari jenis dan tingkat kematangan bahan. Ada dua cara blansing, yaitu perebusan dan pengukusan.

Merebus yaitu memasukkan bahan ke dalam panci yang berisi air panas. Panci diisi air kemudian dipanaskan sampai mendidih. Sayur-sayuran yang akan diblansing dimasukkan ke dalam keranjang kawat, kemudian dimasukkan ke dalam panci. Suhu blansing biasanya 82-93°C selama 3-5 menit. Setelah blansing cukup waktunya, kemudian keranjang kawat diangkat dari panci dan cepat-cepat didinginkan dengan air. Pengukusan tidak dianjurkan untuk sayur-sayuran hijau.



Gambar 52. Contoh hasil blansing.

c. Sterilisasi dan Ekshausting

1) Sterilisasi

Sterilisasi merupakan suatu usaha untuk membebaskan alat-alat atau bahan-bahan dari segala bentuk kehidupan terutama mikroba. Jadi pernyataan steril berarti:

a) Tidak ada kehidupan.
b) Bebas dari bakteri patogen.
c) Bebas dari organisme pembusuk.
d) Tidak terdapat kegiatan mikroba dalam keadaan normal.

Dalam proses pengolahan pangan, sterilisasi sering dikenal dengan proses pengalengan, dan pengertian mutlak seperti itu, oleh karena itu, pada proses pengolahan, digunakan istilah sterilisasi komersial.

Sterilisasi komersial adalah proses pemanasan untuk mematikan semua mikroba beserta spora-sporanya, karena pada umumnya spora bersifat tahan panas, maka diperlukan pemanasan selama 15 menit pada 121°C.

Semua makanan kaleng umumnya diberi perlakuan panas hingga tercapai keadaan steril komersial yaitu tingkat kesterilan dimana semua mikroba yang dapat tumbuh dan menyebabkan kerusakan bahan makanan tersebut yang pada keadaan penanganan dan penyimpanan yang normal telah mati. Bahan makanan yang telah mengalami proses sterilisasi komersial masih mengandung spora bakteri yang resisten, tetapi pada umumnya spora-spora tersebut tidak akan tumbuh kecuali bila bahan makanan tersebut disimpan dalam keadaan lingkungan yang buruk.

Pemanasan dengan sterilisasi komersial umumnya dilakukan pada bahan makanan yang sifatnya tidak asam atau bahan makanan berasam rendah, seperti daging, susu, telur dan ikan.

Bahan makanan berasam rendah mempunyai resiko mengandung bakteri *Clostridium botulinum* yang dapat menghasilkan racun mematikan jika tumbuh dalam makanan yang dikalengkan.

Daya tahan simpan makanan yang steril komersial sekitar 2 tahun. Kerusakan yang terjadi bukan karena akibat pertumbuhan mikroba akan tetapi karena terjadinya kerusakan sifat-sifat organoleptiknya akibat reaksi-reaksi kimia.



Gambar 53. Contoh proses sterilisasi dengan *retort*.

2) Ekshausting

Ekshausting adalah proses pengeluaran udara/gas dari dalam wadah atau bahan. Tujuan ekshausting diantaranya adalah untuk mencegah pertumbuhan bakteri aerobic dan proses oksidasi bahan yang dikemas.

Ekshausting yang memadai dapat mengakibatkan keadaan vakum dalam wadah, hal ini berguna untuk membantu proses penutupan wadah.

Ekshausting mempunyai keuntungan sebagai berikut:

a) Menghambat terjadinya korosi pada tin-plate.
b) Mencegah terjadinya penggembungan kaleng selama proses sterilisasi, yang oleh konsumen diasumsikan sebagai gejala kerusakan mikrobiologis.
c) Mengurangi tekanan pada kemasan yang akan menyebabkan kaleng menjadi penyok, apabila makanan kaleng dipasarkan di daerah yang tinggi.
d) Mencegah reaksi oksidasi yang dapat merusak flavor serta kehilangan vitamin A dan C.
e) Memperbaiki pindah panas selama proses sterilisasi karena udara merupakan isolasi panas.

Udara dan gas-gas yang dikeluarkan kemudian ditampung dalam *head space*, yaitu ruangan antara tutup kemasan dan permukaan bahan makanan.

Ekshausting dapat dilakukan dengan berbagai cara, yaitu:

a) Ekshausting termal.
b) Cara pengisian panas-panas (*hot filling*). Bahan makanan dipanaskan sampai 71-82°C, kemudian diisikan panas-panas ke dalam kemasan dan langsung ditutup.
c) Secara mekanis dengan menggunakan pompa vakum.
d) Dengan cara menginjeksikan uap air panas ke dalam *head space* untuk menggantikan udara dan gas-gas, kemudian kaleng ditutup, lalu didinginkan agar uap air mengkondensasi vakum.

Metode mana yang dipilih tergantung dari sifat-sifat produknya. Untuk sayuran biasanya digunakan ekshausting termal, sedangkan juice tomat digunakan cara pengisian panas-panas.



Gambar 54. Proses ekshausting pada produk pengalengan.

3) Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Pemanasan

Faktor-faktor yang mempengaruhi pemanasan dalam proses pengolahan bahan adalah:

a) pH.

Derajat keasaman pada bahan makanan yang dikalengkan sangat menentukan suhu pengolahan.

b) Adanya bahan pengawet.

Garam (NaCl) mempengaruhi ketahanan spora terhadap panas. Konsentrasi garam sampai 4% dapat menaikkan ketahanan spora, di atas 4% ketahanan spora terhadap panas menurun dengan drastis.

c) Zat-zat penyusun makanan.

Ada beberapa penyusun bahan makanan yang mempunyai efek melindungi mikroba terhadap pemanasan. Lemak dan minyak merupakan bahan pelindung mikroba yang baik, karena lemak dapat menyelubungi mikroba dan sporanya sehingga panas yang lembabpun tidak dapat menembus. Dengan demikian untuk bahan berlemak membutuhkan waktu dan suhu pemanasan lebih lama.

d) Jumlah mikroba pada permulaan proses.

Makin besar jumlah mikroba, makin lama waktu yang diperlukan untuk memanaskan bahan makanan. Mikroba dapat berasal dari bumbu-bumbu yang digunakan atau pada peralatan yang dipakai dalam pengolahan. Karena itu usaha sanitasi harus diterapkan dalam proses pengolahan.

4) Kerusakan-kerusakan yang terjadi dalam pemanasan

Pemanasan akan menimbulkan perubahan-perubahan pada tekstur, warna, cita rasa dan nilai gizi. Untuk menghindari perubahan tersebut,

penggunaan waktu pemanasan yang lama lebih baik daripada penggunaan suhu yang tinggi.

Pada umumnya pemanasan selalu menimbulkan pelunakan tekstur dan hilangnya keutuhan jaringan/sel. Akibat rusaknya jaringan/sel maka zat-zat kimia dalam sel akan membaur dan beberapa diantaranya akan saling bereaksi, sehingga akan menimbulkan perubahan-perubahan pada warna, flavor dan nilai gizi.

Kerusakan yang terjadi akibat pemanasan yang terlalu tinggi adalah:

a) Kegosongan

   Karena terjadinya kegosongan dari gula dan terjadinya reaksi pencoklatan antara gula dengan asam amino sehingga warna bahan berubah menjadi coklat sampai hitam, menghasilkan cita rasa yang tidak enak.

b) Kehilangan beberapa zat gizi seperti vitamin C yang peka terhadap pemanasan.

Lakukan praktik sesuai perintah guru Anda, dengan lembar kerja yang sudah tersedia secara berkelompok !

Bagi semua peserta didik menjadi 6 kelompok !

Bandingkan hasil praktik kelompok Anda dengan kelompok lainnya.

Buat kesimpulan dari praktik yang dilakukan, kemudian presentasikan di muka kelas !

Lembar Kerja

BLANSING

(Waktu: 4 x 45 Menit)

Tujuan

Peserta dapat melakukan blansing dengan cara pengukusan dan perebusan, serta mengamati perubahan yang terjadi pada bahan yang diblansing.

Alat dan Bahan

Alat:

1) Panci
2) DAndang
3) Baskom
4) Kompor
5) Saringan kawat
6) Talenan
7) Mangkok
8) Thermometer
9) Pisau
10) Sendok
11) Tabung reaksi

Bahan:

1) Buncis
2) Wortel
3) Kubis
4) Larutan H_2O_2 2%

Langkah Kerja

1) Persiapkan alat dan bahan.
2) Didihkan air pada panci dan dandang.
3) Siapkan bahan, yaitu:
    a) Buncis: dibuang kedua ujungnya, lalu potong setebal ± 0,5 cm.
    b) Kubis: iris halus kira-kira 3 mm.
    c) Wortel: Potong bentuk dadu, dengan ukuran sekitar 0,5-1 cm.
4) Siapkan baskom berisi air dan es batu yang telah dihancurkan.

5) Blansing dengan cara dikukus:
   a) Masukkan thermometer ke dalam dandang yang telah banyak mengeluarkan uap air, baca suhunya, kemudian masukkan bahan dan tutuplah dandang.
   b) Lakukan blansing bahan satu per satu dengan jumlah bahan dan lamanya seperti tercantum dalam tabel.
   c) Celupkan bahan ke dalam air es selama 3 menit, lalu tiriskan dalam saringan.
6) Blansing dengan air mendidih:
   a) Ukur suhu air mendidih dengan thermometer.
   b) Lakukan blansing bahan satu per satu. Masukkan bahan ke dalam saringan, kemudian celupkan ke dalam air mendidih. Gunakan jumlah bahan dan lamanya seperti dalam tabel.
   c) Catat waktu yang diperlukan agar air dalam panci mendidih kembali. Waktu dihitung setelah air dalam panci mendidih kembali.
   d) Celupkan ke dalam air es selama 3 menit, lalu tiriskan.
7) Lakukan tes peroksida pada buncis yang belum diblansing dan buncis yang telah diblansing, dengan cara:
   a) Ambil sedikit buncis, masukkan ke dalam tabung reaksi.
   b) Beri larutan H_2O_2 2% sampai buncis terendam. Amati apa yang terjadi.
8) Lakukan pengamatan pada bahan sebelum diblansing dan sesudah diblansing, terhadap warna, aroma, tekstur.

No	Bahan	Direbus		Dikukus	
		Berat	**Lama**	**Berat**	**Lama**
1.	Buncis	1 gelas	2,0 menit	1 gelas	3,0 menit
2.	Kubis	1 gelas	0,5 menit	1 gelas	1,5 menit
3.	Wortel	1 gelas	3,0 menit	1 gelas	4,0 menit

LEMBAR PENGAMATAN

1) Blansing

No	Bahan	Perlakuan	Warna	Aroma	Tekstur
1.	Buncis	Tanpa blansing			
		Rebus			
		Kukus			
2.	Kubis	Tanpa blansing			
		Rebus			
		Kukus			
3.	Wortel	Tanpa blansing			
		Rebus			
		Kukus			

2) Tes Peroksida

No	Bahan	Perlakuan	Gelembung Udara
1.	Buncis	Tanpa blansing	
		Rebus	
		Kukus	

Lembar Kerja

PASTEURISASI
(Waktu: 4 x 45 Menit)

Tujuan

Peserta didik dapat melakukan proses pasteurisasi susu dan menguji kualitas susu apabila disediakan susu segar, larutan metilen blue, larutan periksida, dan seperangkat alat pasteurisasi serta alat pengujian kualitas susu secara kualitatif.

Alat dan bahan

Alat:

1) Panci
2) Kompor
3) Pengaduk kayu
4) Termometer
5) Tabung reaksi bertutup
6) Pipet steril
7) Labu erlenmeyer
8) Inkubator atau penangas air

Bahan:

1) Susu segar (tanpa pasteurisasi)
2) Lar. Metilen blue
3) Lar. Paraphenildiamin 2%
4) Lar. Hidrogen peroksida (H_2O_2) 0,2-1%

Langkah kerja

1) Pasteurisasi
    a) Ambil susu segar yang disediakan.
    b) Lakukan pemanasan dengan api sedang sampai mencapai suhu 63ºC dan pertahankan suhu tersebut selama 30 menit.
    c) Dinginkan dengan cepat.
    d) Amati rasa, aroma, dan kenampakan susu tersebut, serta berilah kesimpulan mengenai hasil pasteurisasi tersebut.

2) Uji Peroksidase

a) Masukkan 5 mL susu pasteurisasi ke dalam tabung reaksi, kemudian tambahkan 2 tetes larutan *paraphenildiamin* 2%.

b) Tambahkan 1-4 tetes larutan H_2O_2 0,2-1% dan amati terjadinya perubahan warna.

c) Hasil uji dinyatakan dengan positif atau negatif. Hasil positif ditunjukkan dengan terbentuknya warna biru.

3) Uji Metilen Blue

a) Masukkan ke dalam tabung reaksi steril 1 mL larutan metilen blue.

b) Tambahkan contoh susu sebanyak 20 mL.

c) Tutup tabung tersebut dengan sumbat, lalu campurkan dengan cara dibolak balik tabungnya (sebanyak ± 3 kali) sampai warna biru tersebar merata.

d) Masukkan tabung ke dalam penangas air (37°C ± 1°C) selama 4-4,5 jam. Letakkan penangas air di tempat yang terlindung dari cahaya. Bila menggunakan inkubator, masukkan dulu tabung ke dalam penangas air (37°C ± 1°C) selama 5 menit untuk menghangatkan, baru dimasukkan ke dalam inkubator.

e) Amati waktu terjadinya perubahan warna pada contoh uji.

f) Hasil uji dinyatakan dalam satuan waktu, dimana waktu reduksi (angka reduktase) menunjukkan waktu yang dibutuhkan sejak saat memasukkan tabung ke dalam inkubator/penangas air bersuhu 37ºC sampai seluruh warna biru hilang.

3. Refleksi

Untuk mengukur tingkat pencapaian kompetensi pada kompetensi penggunaan suhu, Anda diminta untuk melakukan refleksi dengan cara menuliskan/menjawab beberapa pertanyaan pada lembar refleksi.

Petunjuk

a. Tuliskan nama dan KD yang telah Anda selesaikan pada lembar tersendiri
b. Tuliskan jawaban pada pertanyaan pada lembar refleksi!
c. Kumpulkan hasil refleksi pada guru Anda!

LEMBAR REFLEKSI

a. Bagaimana kesan Anda setelah mengikuti pembelajaran ini?

   ....

   ....

b. Apakah Anda telah menguasai seluruh materi pembelajaran ini? Jika ada materi yang belum dikuasai tulis materi apa saja.

   ....

   ....

c. Manfaat apa yang Anda peroleh setelah menyelesaikan pelajaran ini?

   ....

   ....

d. Apa yang akan Anda lakukan setelah menyelesaikan pelajaran ini?

   ....

   ....

e. Tuliskan secara ringkas apa yang telah Anda pelajari pada kegiatan pembelajaran ini!

   ....

   ....

4. Tugas

Catat peralatan proses penggunaan suhu (suhu rendah dan suhu tinggi) apa saja yang ada di ruang pengolahan di sekolah Anda. Tuliskan juga fungsi peralatan tersebut dalam pengolahan. Diskusikan bersama teman satu meja hasil yang Anda peroleh, dan komunikasikan di muka kelas!

5. Tes Formatif

a. Jelaskan tujuan pasteurisasi!
b. Apa perbedaan pasteurisasi dengan blansing!
c. Berikan contoh produk pendingan dan pembekuan, masing-masing 3 contoh!
d. Jelaskan tujuan sterilisasi!

C. Penilaian

1. Sikap

a. Ilmiah

No	Aspek	Skor			
		4	3	2	1
1	Menanya				
2	Mengamati				
3	Menalar				
4	Mengolah data				
5	Menyimpulkan				
6	Menyajikan				

b. Diskusi

	Aspek	Skor			
		4	3	2	1
1	Terlibat penuh				
2	Bertanya				
3	Menjawab				
4	Memberikan gagasan orisinil				
5	Kerja sama				
6	Tertib				

2. Pengetahuan

a. Jelaskan perbedaan pendinginan dan pembekuan!

b. Jelaskan teknik penggunaan suhu tinggi pada bahan hasil pertanian dan perikanan yang Anda ketahui!

c. Jelaskan kerusakan bahan akibat penggunaan suhu rendah dan suhu tinggi yang Anda ketahui!

3. Keterampilan

Lakukan blansing dengan disediakan bahan (buncis, kubis, dan wortel) dan peralatan yang diperlukan, sehingga diperoleh hasil dengan kriteria berikut :

No	Indikator Keberhasilan (100%)	Ya	Tidak
1.	Alat dan bahan disiapkan.		
2.	Air pada panci dan dandang didihkan.		
3.	Buncis dibuang kedua ujungnya kemudian dipotong setebal 0,5 cm; kubis diiris halus kira-kira 3 mm; wortel dipotong bentuk dadu dengan ukuran sekitar 0,5-1 cm.		
4.	Baskom berisi air dan es batu yang telah dihancurkan disiapkan.		

No	Indikator Keberhasilan (100%)	Ya	Tidak
5.	Thermometer dimasukkan ke dalam dandang yang telah banyak mengeluarkan uap air, suhunya dibaca, kemudian bahan dimasukkan dan ditutup dandangnya.		
6.	Bahan satu per satu diblansing dengan jumlah dan lamanya seperti tercantum pada table.		
7.	Hasil blansing dicelupkaqn ke dalam air es selama 3 menit, lalu ditiriskan dalam saringan.		
8.	Suhu air mendidih diukur dengan thermometer.		
9.	Bahan diblansing satu per satu, bahan dimasukkan ke dalam saringan kemudian dicelupkan ke dalam air mendidih dengan jumlah dan lamanya seperti pada tabel. Waktu dihitung setelah air dalam panci mendidih kembali.		
10.	Hasil blansing sicelupkaqn ke dalam air es selama 3 menit, lalu ditiriskan dalam saringan.		
11.	Tes peroksida dilakukan pada buncis yang belum dan telah diblansing, dengan cara buncis dimasukkan ke dalam tabung reaksi, kemudian diberi larutan H_2O_2 2%. Diamati apa yang terjadi.		
12.	Bahan sebelum dan setelah diblansing diamati terhadap warna, aroma, dan tekstur.		

No	Bahan	Direbus		Dikukus	
		Berat	Lama	Berat	Lama
1.	Buncis	1 gelas	2 menit	1 gelas	3 menit
2.	Kubis	1 gelas	0,5 menit	1 gelas	1,5 menit
3.	Wortel	1 gelas	3 menit	1 gelas	4 menit

Kegiatan Pembelajaran 4. Melakukan Fermentasi dan Enzimatis (25 JP)

A. Deskripsi

Produk fermentasi sudah dikenal sejak lama. proses tersebut melibatkan mikroba dalam merombak bahan yang terdapat di dalamnya. Pada proses fermentasi terjadi penguraian senyawa kompleks menjadi senyawa yang lebih sederhana. Pada proses fermentasi dapat ditambahkan inokulum secara sengaja ataupun tanpa penambahan inokulum.

Enzim sering digunakan juga dalam industri pengolahan pangan. Contoh enzim yang sering digunakan dalam kegiatan pengolahan adalah enzim papain yang terdapat dalam daun pepaya atau pepaya muda (getahnya) atau enzim bromelin yang terdapat dalam nanas, yang sering digunakan untuk mengempukan daging.

B. Kegiatan Belajar

1. Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari modul ini, peserta didik akan dapat menerapkan proses fermentasi dan enzimatis, baik fermentasi secara spontan maupun dengan penambahan inokulum, apabila disediakan bahan dan peralatan yang diperlukan.

2. Uraian Materi

a. Fermentasi

Fermentasi yang telah kita kenal dapat meningkatkan nilai gizi, daya cerna dan daya awet bahan pangan. Pada proses fermentasi terjadi penguraian dari senyawa kompleks menjadi senyawa lebih sederhana atau terjadi pembentukan zat baru.

Proses fermentasi mempunyai peranan penting dalam pengolahan hasil pertanian. Dengan proses fermentasi akan terjadi pemecahan senyawa komplek menjadi senyawa yang lebih sederhana, sehingga dapat meningkatkan nilai gizi dan daya cerna serta daya awet produk.

Pada dasarnya proses fermentasi dapat berlangsung dengan menggunakan enzim, baik yang sengaja ditambahkan maupun enzim yang dibentuk dengan memanfaatkan aktivitas mikroba. Pada umumnya industri fermentasi masih memanfaatkan mikroba dalam proses fermentasinya, karena cara ini disamping lebih mudah dan murah, juga pertimbangan sulitnya mengekstrak enzim. Mikroba yang digunakan dalam proses fermentasi adalah bakteri, khamir (ragi/yeast) dan kapang (jamur).

Amati gambar di bawah ini, apa nama produk fermentasi di bawah ini, dan jenis mikroba apa yang berperan dalam produk tersebut!



Gambar 1.



Gambar 2.



Gambar 3.



Gambar 4.



Gambar 5.



Gambar 6.

Lembar Pengamatan

Gambar	Nama Produk Fermentasi	Jenis Mikroba yang Berperan
Gambar		
Gambar		
Gambar		
Gambar		

Gambar	Nama Produk Fermentasi	Jenis Mikroba yang Berperan
Gambar		
Gambar		

Berdasarkan hasil pengamatan yang telah Anda lakukan, buatlah minimal 2 pertanyaan tentang :

1) Macam-macam metode/teknik fermentasi!
2) Peralatan yang digunakan dalam teknik penggunaan fermentasi!

Pertanyaan yang Anda buat dapat ditanyakan kepada guru Anda.

1) Fermentasi Dengan Khamir (*Yeast*)

Khamir (ragi/*yeast*) banyak berperan pada proses fermentasi bahan pangan, seperti pada pembuatan roti, bir, anggur, tape dan brem. Meskipun fermentasi tape dan brem menggunakan berbagai jenis mikroba, namun peranan yang sangat menonjol adalah khamir, seperti *Saccharomyces, Candida, Endomycopsis* dan *Hansenula.* Sedangkan pada fermentasi bir, anggur dan roti menggunakan satu spesies khamir, yaitu *Saccharomyces cereviceae*. Khamir jenis *Saccharomyces cereviceae* ini merupakan isolat yang terkandung di dalam ragi roti yang saat ini diproduksi dengan skala industri dengan menggunakan molase sebagai medium (Ansori Rachman, 1989).

a) Prinsip Fermentasi Dengan Khamir (*Yeast*)

Proses fermentasi dengan khamir dapat dilakukan menggunakan satu spesies khamir maupun menggunakan gabungan beberapa jenis khamir. Pembuatan roti, anggur dan bir merupakan contoh pemanfaatan proses fermentasi menggunakan satu spesies khamir yaitu *Saccharomyces cereviceae.* Sedangkan pembuatan tape dan brem merupakan proses fermentasi menggunakan beberapa jenis khamir seperti *Endomycopsis, Candida, Hansenula,* dan *Saccharomyces,* disamping mikroba-mikroba lain yang turut berperan aktif seperti kapang dan bakteri.

Pada pembuatan roti, proses fermentasi akan mengubah gula menjadi gas CO_2 dan alkohol. Gas CO_2 yang diproduksi secara cepat menyebabkan terbentuknya rongga-rongga di dalam adonan sehingga roti menjadi mengembang. Gula yang diubah oleh khamir adalah gula yang berasal dari tepung terigu atau dari gula yang sengaja ditambahkan. Prinsip reaksi fermentasi oleh khamir pada substrat gula dapat digambarkan sebagai berikut (Potter, N., 1986).

$$C_6H_{12}O_6 \xrightarrow[yeast]{} 2C_2H_5OH + 2CO_2$$

Jika ditinjau peran beberapa jenis khamir pada proses fermentasi tape dan brem pada prinsipnya sama dengan peran khamir pada pembuatan roti. Beberapa khamir tersebut juga berperan mengubah gula dari hasil degradasi pati oleh kapang menjadi alkohol. Sehingga dapat dikatakan fermentasi dengan menggunakan beberapa jenis khamir maupun fermentasi yang hanya memanfaatkan satu jenis khamir pada prinsipnya sama.

b) Faktor-faktor yang Mempengaruhi Proses Fermentasi.

Sebagaimana mikroba lainnya, aktivitas khamir dalam fermentasi bahan pangan dipengaruhi oleh faktor lingkungan, seperti air, substrat, suhu, oksigen, pH dan zat penghambat.

Uraian dari factor-faktor tersebut di atas sebagai berikut:

(1) Air

Sebagian besar khamir tumbuh baik pada ketersediaan air yang banyak atau A_w tinggi. Namun jika dibandingkan dengan bakteri, beberapa jenis khamir dapat tumbuh pada konsentrasi gula dan garam yang lebih tinggi.

Pada umumnya khamir (ragi/*yeast*) mempunyai A_w minimum antara 0,88-0,94. Untuk ragi bir A_w minimum yang dibutuhkan adalah 0,94; dan untuk ragi roti adalah 0,91. Khamir yang bersifat osmophilik (khamir yang dapat hidup pada larutan kadar garam/gula tinggi). Dapat terhenti pertumbuhannya dalam larutan gula atau garam yang mempunyai A_w 0,78.

(2) Zat Makanan (Substrat)

Untuk aktifitas hidupnya, khamir menggunakan bermacam-macam makannan diantaranya substrat yang mengandung unsur **Nitrogen** yang berasal dari senyawa sederhana seperti amonium dan urea, sampai dengan senyawa yang lebih kompleks seperti asam amino dan polipeptida.

Beberapa jenis khamir menggunakan gula sebagai substrat utamanya. Ragi roti menghasilkan CO_2 sebagai hasil pemecahan gula pada substrat. Hasil utama dari khamir/ragi yang bersifat fermentasi adalah alkohol, misalnya dalam pembuatan anggur, bir dan alkohol.

(3) Suhu

Kisaran suhu untuk pertumbuhan khamir, umumnya hampir sama dengan kapang (jamur), yaitu pada suhu optimum 25-30^0 C dan suhu maksimum 35-47^0 C. Beberapa khamir dapat tumbuh pada suhu 0^0 C atau kurang. Suhu inkubasi khamir roti (*Saccharomyces cereviceae*) sekitar 25^{0}C- 30^{0}C .

(4) Oksigen

Khamir yang digunakan dalam pembuatan roti adalah *Saccharomyces cereviceae*, bersifat fermentasi kuat, tetapi dengan adanya oksigen. *Saccharomyces cereviceae* dapat melakukan respirasi, yaitu mengoksidasi gula menjadi karbondioksida (CO_2) dan air. Karena itu khamir *Saccharomyces cereviceae* sangat tergantung dari kondisi pertumbuhannya. Dapat bersifat fermentatif atau bersifat oksidatif tergantung tersedianya oksigen (O_2) pada bahan yang difermentasi.

(5) pH (Eksponen Hidrogen)

Kebanyakan khamir lebih lebih menyukai keadaan asam, yaitu pada pH 4-4,4 dan tidak dapat tumbuh baik pada suasana basa, kecuali bila khamir tersebut sudah beadaptasi. Pada pembuatan roti, pH adonan biasanya sekitar 6,0 kemudian setelah mengalami fermentasi pH turun menjadi 4,5.

(6) Zat Penghambat.

Dalam proses fermentasi adanya senyawa penghambat harus dihindari, agar proses fermentasi dapat berjalan lancar, dan hasil sesuai dengan yang diharapkan. Senyawa penghambat dapat berasal dari aktivitas mikroba lainnya yang tidak diinginkan atau dapat juga dari bahan yang ditambahkan, seperti gula, garam dan asam yang melebihi dosis, atau adanya bahan pengawet seperti benzoat dan propionat.

c) Khamir (ragi/*yeast*) yang Berperan dalam Proses Fermentasi.

Khamir yang digunakan dalam industri fermentasi umumnya termasuk kelas *Ascomycetes*, terutama genus *Saccharomyces*. Dalam industri yang memanfaatkan fermentasi khamir, dikenal istilah khamir liar, yaitu khamir yang tidak diinginkan tumbuh dalam suatu fermentasi. Beberapa jenis Khamir yang penting dalam mikrobiologi pangan dan industri yaitu: *Saccharomyces, Zygosaccharomyces, Hansenula, Candida*.

(1) *Saccharomyces*

Species yang umum digunakan dalam industri makanan adalah *Saccharomyces cereviceae*, yaitu dalam pembuatan roti, pembuatan tape singkong dan tape ketan, serta produksi alkohol,

anggur dan bir. Dalam industri alkohol dan anggur digunakan khamir yang disebut khamir permukaan yaitu kahmir yang bersifat fermentasi kuat dan tumbuh dengan cepat pada suhu 20^0 C. Khamir ini tumbuh secara menggerombol dan melepas CO_2 dengan cepat, menyebabkan sel khamir terapung di permukaan.

Kelompok khamir lainnya disebut khamir dasar, tumbuh di dasar tabung, sifat pertumbuhannya lambat. Khamir ini mempunyai suhu optimum $10\text{-}15^0$C, contoh khamir dasar adalah *Saccharomyces carlbergensis* yang digunakan di industri bir. *Saccharomyces cereviceae varietas Ellipsoides* adalah galur yang memproduksi alkohol dalam jumlah tinggi sehingga sering digunakan dalam produksi alkohol dan anggur. *Saccharomyces fragilis* dan *Saccharomyces lactis* dapat melakukan fermentasi terhadap laktosa, sehingga khamir ini penting dalam industri susu atau produk-produk susu.



Gambar 55. Contoh produk fermentasi dengan *Saccharomyces cereviceae.*

(2) *Zygosaccharomyces*

Jenis khamir ini penting karena dapat tumbuh pada konsentrasi gula tinggi, yaitu bersifat osmophilik dan sering tumbuh serta menyebabkan kerusakan pada madu dan sirup.

(3) *Hansenula*

Khamir ini bersifat fermentatif, bersama jenis khamir lainnya berperanan dalam proses fermentasi tape dan brem.

(4) *Candida*

Kebanyakan spesies *candida* pertumbuhannya membentuk film pada permukaan dan sering merusak makanan-makanan yang mengandung garam dan asam dalam jumlah tinggi.

Candida krusei digunakan dalam industri pembuatan protein sel tunggal, juga sering ditambahkan pada kultur laktat untuk mempertahankan aktivitas bakteri asam laktat.

2) Fermentasi Dengan Bakteri

Bakteri banyak digunakan pada proses fermentasi industri pangan maupun kimia. Fermentasi menggunakan bakteri dapat berlangung secara spontan, misalnya dalam fermentasi sayur asin dan pikel, atau dengan cara menambahkan kultur murni bakteri, misalnya dalam fermentasi yoghurt, nata de coco, nata de soya dan keju.

a) Prinsip Fermentasi dengan Bakteri

Menurut ilmu biokimia, fermentasi adalah perubahan kimia yang terjadi pada bahan organik (bahan pangan) oleh enzim. Enzim tersebut dapat dihasilkan oleh mikroba atau oleh enzim yang ada pada bahan pangan tersebut. Sedangkan menurut ilmu teknologi pangan, fermentasi dapat diartikan sebagai suatu proses pengawetan bahan pangan, karena beberapa jenis fermentasi akan memproduksi alkohol dan asam yang dapat menghambat pertumbuhan beberapa jenis mikroba kontaminan (pencemar).

Bakteri merupakan mikroba yang sangat penting dalam industri pengolahan hasil pertanian. Proses fermentasi dengan bakteri dapat berlangsung secara spontan, artinya dalam proses tersebut tidak memerlukan penambahan kultur murni bakteri, tetapi bakteri yang diharapkan dapat melakukan aktivitas fermentasi, secara alami sudah ada pada bahan atau lingkungan di sekitarnya.

Pada prinsipnya semua proses fermentasi dengan bakteri adalah sama, yaitu proses perubahan/peruraian kimia yang terjadi pada bahan. Setiap jenis bakteri hanya dapat tumbuh pada media (bahan) tertentu saja dan hasil fermentasinya juga tertentu (spesifik). Pada tabel 8. disajikan hubungan antara bahan dasar, bakteri yang berperan, hasil fermentasi dan perubahan yang terjadi.

Tabel 8. Hubungan antara bahan dasar, bakteri yang berperan, hasil fermentasi dan perubahan yang terjadi.

No.	Bahan Dasar	Bakteri Yang Berperan	Hasil Fermentasi	Perubahan Yang Terjadi
1.	Sawi/Kobis	- *Enterobacter aerogenes* - *Erwinia herbicola* - *Leuconostoc mesenteroides* - *Lactobacillus plantarum*	Sayur Asin (asinan)	Gula menjadi asam laktat
2.	Air kelapa/ limbah air tahu	- *Acetobacter xylinum*	Nata de Coco/ Nata de Soya	Gula menjadi selulosa
3.	Susu	- *Streptococcus thermophilus* - *Lactobacillus bulgaricus* - *Streptococcus lactis*	Yoghurt	Laktosa menjadi asam laktat
4.	Susu	- *Lactobacillus bulgaricus*	Kefir	Laktosa menjadi asam laktat

** Pelezar et al (1977)*

b) Faktor-faktor yang mempengaruhi proses fermentasi dengan bakteri

Bakteri sebagai mikroba memerlukan kondisi tertentu untuk aktivitasnya. Proses fermentasi dapat berlangsung secara optimal jika persyaratan hidup dari masing-masing bakteri yang berperan dalam fermentasi dapat terpenuhi dengan baik.

Proses fermentasi dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya air, zat makanan (substrat), suhu oksigen, pH dan senyawa penghambat. Uraian dari faktor-faktor tersebut adalah sebagai berikut:

(1) Air

Bakteri tidak akan tumbuh tanpa adanya air. Air pada bahan yang digunakan untuk pertumbuhan bakteri dinyatakan dengan istilah
”water activity” (aW), yaitu perbandingan antara tekanan uap air murni dengan tekanan uap air dari larutan atau subtrat pada suhu yang sama.

Setiap mikroba mempunyai aW optimum, minimum dan maksimum untuk pertumbuhannya. Pada umumnya bakteri membutuhkan air yang lebih banyak dibandingkan kapang dan khamir. Sebagian besar bakteri dapat tumbuh dengan baik pada aW mendekati 1,00, hal ini menunjukkan bahwa bakteri dapat tumbuh baik pada konsentrasi gula dan garam yang rendah, kecuali beberapa jenis bakteri yang toleran terhadap konsentrasi gula dan garam tinggi. Bakteri halofilik (tahan garam) mempunyai aW minimum 0,75 (Bone, dalam FG Winarno dkk, 1981).

(2) Zat Makanan (Subtrat)

Setiap jenis bakteri memerlukan subtrat yang berbeda-beda, ada yang memerlukan subtrat sederhana dan ada yang memerlukan subtrat komplek. Beberapa jenis bakteri untuk pertumbuhannya dapat menggunakan senyawa karbon seperti senyawa karbon dari asam organik, alkanol dan ester. Bakteri jenis lainnya dapat menghidrolisa karbohidrat komplek.

Kebutuhan nitrogen bagi bakteri *Pseudomonas sp.* cukup dengan hanya memanfaatkan senyawa amonium atau nitrat, sedangkan bakteri asam laktat membutuhkan senyawa nitrogen yang lebih komplek misalnya asam amino, peptida dan protein.

Kebutuhan vitamin untuk pertumbuhan bakteri sangat bervariasi. Bakteri *Pseudomonas* dan *Eschericia coli* dapat mensintesa seluruh kebutuhan vitaminnya, bakteri *Staphylococus aureus* dapat mensintesa sebagai kebutuhan vitaminnya dan bakteri asam laktat tidak dapat mensintesa sama sekali, sehingga vitamin yang dibutuhkan harus ditambahkan ke dalam subtrat pertumbuhannya.

(3) Suhu

Setiap bakteri mempunyai suhu pertumbuhan yang berbeda. Bakteri yang tergolong bakteri *psychrophylik* (tahan suhu rendah) dapat tumbuh baik pada suhu di bawah $20^{o}C$, bakteri mesophylik (tumbuh pada suhu sedang) dapat tumbuh pada suhu $20^{o}C$-$45^{o}C$ dan bakteri thermophylik (tahan suhu tinggi) dapat tumbuh optimum di atas $45^{o}C$.

Setiap bakteri mempunyai suhu pertumbuhan minimum, optimum dan maksimum. Sebagai contoh jenis bakteri asam

laktat pada pembuatan sayur asin mempunyai suhu fermentasi optimal 21,1-23,9°C, minimal 15,6°C dan maksimal 26,7°C.

(4) Oksigen

Berdasarkan kebutuhan oksigen di dalam proses respirasinya, bakteri dibagi menjadi 4 golongan yaitu aerobik, anaerobik, fakultatif, dan mikroaerofilik. Bakteri yang memerlukan oksigen bebas untuk pertumbuhannya termasuk dalam golongan aerobik, golongan anaerobik tidak memerlukan oksigen bebas, sedangkan golongan fakultatif dapat tumbuh dengan atau tanpa adanya oksigen bebas dan mikroaerofilik sedikit memerlukan oksigen bebas dalam pertumbuhannya.

(5) pH (Eksponen Hidrogen)

Masing-masing mikroba mempunyai ketahanan yang berbeda-beda terhadap asam basa. Pada umumnya pH optimum pada bakteri antara 6,5-7,5 atau mendekati netral, sedangkan pH minimal sekitar 4 dan maksimal 9.

(6) Zat Penghambat

Bahan makanan (buah-buahan) secara alami kadang-kadang mengandung zat yang dapat menghambat pertumbuhan mikroba, seperti zat tanin yang terdapat pada kulit buah dan asam organik yang terdapat di dalam buah. Zat penghambat yang ditambahkan pada proses pengolahan seperti asam benzoat dan propionat dapat menghambat pertumbuhan bakteri dan kapang dengan kata lain asam benzoat dan propionat berfungsi sebagai pengawet.

Senyawa penghambat yang dihasilkan oleh bakteri asam laktat dan bakteri asam asetat sedikit demi sedikit akan menghentikan pertumbuhannya sendiri atau dapat menghambat pertumbuhan bakteri lainnya.

c) Bakteri yang Berperan dalam Proses Fermentasi

Pengelompokan bakteri berdasarkan sifat pertumbuhannya lebih mudah dipelajari daripada pengelompokkan bakteri berdasarkan sifat-sifat lainnya. Dengan pengelompokkan ini maka perubahan-perubahan yang terjadi akan lebih mudah diamati/diukur.

Jenis bakteri yang penting berdasarkan sifat pertumbuhannya yaitu bakteri asam laktat, bakteri asam asetat, bakteri asam propionat, bakteri proteolitik dan bakteri lipolitik. Uraian untuk setiap jenis bakteri tersebut adalah sebaga berikut:

(1) Bakteri asam laktat

Sifat yang penting dari bakteri asam laktat adalah kemampuannya untuk memfermentasi gula menjadi asam laktat. Asam laktat yang dihasilkan akan menurunkan nilai derajat keasaman (pH) dari lingkungan pertumbuhannya dan juga menimbulkan rasa asam. Hal ini akan menghambat pertumbuhan dari beberapa jenis mikroorganisme lainnya. Beberapa jenis bakteri asam laktat yang penting adalah:

(a) *Streptococcus thermophillus, S. lactis*, bakteri-bakteri ini penting dalan fermentasi susu.

(b) *Lactobacillus lactis, L. acidophillus, L. bulgaricus, L. plantarum,* dan *L. delbrucckii.* Jenis ini umumnya lebih tahan terhadap keadaaan asam daripada jenis *Streptococcus* dan *Pediococcus*, sehingga bakteri tersebut kebanyakan berperanan pada tahap akhir dari fermentasi asam laktat. Bakteri-bakteri ini penting dalam fermentasi susu dan sayur.

(c) *Pedicoccus seriviseae*, walaupun jenis bakteri ini dikenal sebagai perusak bir dan anggur, tetapi mempunyai peranan penting dalam fermentasi daging dan sayuran.

(d) *Leuconostoc mesenteroides*, *L. dextranicum*. Bakteri ini berperanan dalam perusak larutan gula, namun demikian bakteri ini merupakan jenis penting dalam permulaan fermentasi sayur, sari buah dan anggur.



Gambar 56. Contoh produk fermentasi dengan bakteri asam laktat.

(2) Bakteri Asam Asetat

Jenis bakteri asam asetat yang penting yaitu *Acetobacter* dan *Gluconobacter*. Kedua jenis bakteri ini dapat mengoksidasi alkohol menjadi asam asetat tetapi untuk *Acetobacter*, dalam fermentasi lebih lanjut dapat mengoksidasi asam asetat menjadi karbon dioksida. Spesies yang sering digunakan dalam industri fermentasi asam asetat yaitu *A .aceti*.

(3) Bakteri Asam Propionat

Jenis bakteri asam propionat yang penting yaitu *Propionibacterium*, bakteri ini penting karena kemampuannya memfermentasi karbohidrat dan asam laktat menjadi asam propionat, asam asetat dan karbondioksida. Jenis ini penting pada fermentasi keju Swiss.

(4) Bakteri Proteolitik

Bakteri proteolitik adalah bakteri yang memproduksi enzim proteinase ekstra seluler, yaitu enzim pemecah protein yang diproduksi di dalam sel kemudian dilepas keluar sel. Bakteri lainya adalah bakteri proteolitik asam yaitu bakteri yang dapat memecah protein sekaligus memfermentasi asam, misalnya *Streptococcus faecallis var liqnefaciens dan Micrococcus caseolyticus.*

(5) Bakteri Lipolitik

Bakteri lipolitik dapat memproduksi enzim lipase, yaitu enzim yang mengkatalisis hidrolisa lemak menjadi asam-asam lemak dan gliserol. Jenis bakteri ini contohnya *Pseudomonas, Alcaligenes, Serratia* dan *Micrococcus.*



Gambar 57. Contoh produk fermentasi dengan bakteri asam asetat.

3) **Fermentasi Dengan Kapang**

Fermentasi dengan kapang merupakan kegiatan mikroorganisme jenis kapang pada bahan hasil pertanian. Beberapa jenis kapang telah banyak dimanfaatkan dalam pengolahan pangan antara lain : jenis *Rhizopus oligosporus, Rhizopus oryzae* yang berperan dalam pembuatan tempe, *Neurospora sithophila* yang menghasilkan miselium dengan pigmen orange pada oncom, dan jenis-jenis yang lain.

Kapang yang digunakan dalam proses fermentasi dapat tumbuh secara alami (spontan) atau dengan dipersiapkan dalam bentuk inokulum yang praktis dalam penggunaannya.

a) Pemanfaatan Kapang dalam Industri Fermentasi

Kapang banyak digunakan dalam fermentasi makanan maupun dalam industri kimia. Perbedaan yang spesifik pada makanan yang difermentasi dengan menggunakan kapang dibandingkan dengan yang diifermentasi menggunakan bakteri atau khamir adalah adanya pertumbuhan miselium kapang pada permukaan makanan yang mempengaruhi kenampakan makanan. Kapang sudah banyak digunakan/dimanfaatkan dalam fermentasi makanan seperti: tempe, oncom merah, oncom hitam dan lain-lain seperti terlihat pada tabel 9 berikut ini :

Tabel 9. Penggunaan kapang dalam fermentasi makananan

Produk	Bahan dasar	Kapang
Tempe	Kedele Ampas tahu (tempe gembus) Bungkil kelapa (tempe bongkrek)	*Rhizopus oligosporus*
Oncom merah	Bungkil kacang tanah	*Neurospora sitophila*
Oncom hitam	Ampas tahu	Rhizopus *oligosporus*
		Rhizopus oryzae
Kecap	Kedele	*Aspergillus oryzae*
Tauco	Kedele	*Aspergillus oryzae*
Koji	Bergs	*Aspergillus oryzae*
Ragi tape	Tepung beras	*Rhizopus sp* *Aspergillus sp* *Khamir*
Keju biru	Susu	*Penicillium requeforti*
Keju Camembert	Susu	*Penicillium camemberti*

Sumber: Srikandi Fardiaz, 1992

Pada proses pematangan keju, kapang jenis *Penicillium requeforti* sangat berperan dalam pembentukan cita rasa dan aroma yang menyebabkan cita rasa keju menjadi mantap. Di samping itu kapang tersebut dapat menghasilkan warna biru pada permukaan keju, sehingga kenampakan keju menjadi menarik.

Dalam bidang industri, kapang banyak digunakan untuk memproduksi berbagai asam, enzim dan antibiotik seperti terlihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Penggunaan kapang dalam Industri

Produk	Kapang	Penggunaan
Asam sitrat	*Aspergillus niger* *Aspergillus wentii*	Makanan, obat-obatan, tranfusi darah. Bahan pembasah, pabrik kimia/resin. Farmasi, tekstil, kulit, fotografi.
Asam fumarat	*Rhizopus nigricans*	Bahan pembasah, pabrik kimia/resin.
Asam glukonat	*Aspergillus niger*	Pengganti hormon pertumbuhan,
Asam itakonat	*Aspergillus terreus*	produksi benih.
Asam giberelat	*Fusarium moniliforme*	Makanan dan farmasi
		Bahan penjernih dalam industri sari buah
Asam laktat	*Rhizopus oryzae*	Produksi gula cair.
Pektinase	*Aspergillus wentii*	Farmasi.
	Aspergillus aureus	Intermediat 17-y-hidroksikortikosteron
Amilase	*Aspergillus niger*	Farmasi
Penisilin	*Penicillium Chrysogenum*	Farmasi
11 y-Hidroksi-progesteron	*Rhizopus arrhizus*	Farmasi
	Rhizopus nigricans	Farmasi

Sumber: Srikandi Fardias 1992.

Dalam fermentasi makanan oleh kapang enzim yang berperan terutama adalah enzim amilopektik dan proteolitik, masing-masing untuk memecah pati dan protein yang terdapat di dalam substrat. Pemecahan pati oleh enzim amilopektik penting terutama dalam produk-produk yang menggunakan ragi tape dan kanji sebagai staternya. Pemecahan protein oleh enzim proteolitik penting tertutama dalam pembuatan kecap dan tauco.

b) Teknik Fermentasi dengan Kapang

Teknik fermentasi untuk memacu pertumbuhan miselia kapang dapat dilakukan dengan 2 (dua) cara yaitu: fermentasi alami (spontan), dan penambahan inokulum.

Pada proses fermentasi kapang secara alami (spontan), mikroorganisme yang berperan selama proses fermentasi berasal dari udara disekitarnya, atau dari sisa-sisa kapang yang tertinggal pada wadah fermentasi sebelumnya. Proses fermentasi dengan cara ini mempunyai kelemahan yaitu apabila ruang tempat fermentasi belum terkondisi dapat menimbulkan tumbuhnya bermacam--macam jenis mikroorganisme sehingga berpengaruh terhadap mutu dari kecap maupun tauco yang dihasilkan baik dari segi flavour maupun kandungan asam-asam aminonya. Dengan demikian pemilihan cara fermentasi alami (spontan) harus dilakukan pada ruang fermentasi yang telah terkondisi.

Keuntungan proses fermentasi secara alami (spontan):

(1) Tidak menyiapkan inokulum secara khusus.

(2) Mengurangi biaya produksi.

Dalam proses fermentasi dengan kapang melalui penambahan inokulum, kemungkinan tumbuhnya bermacam-macam jenis

mikroorganisme sangat kecil, sehingga proses fermentasi dapat memberikan hasil seperti yang diharapkan yaitu: terbentuknya senyawa-senyawa flavour dan asam-asam amino.

Kelemahan cara fermentasi ini adalah:

(1) Menyiapkan inokulum secara khusus.

(2) Biaya produksi bertambah.

c) Faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan kapang

(1) Air

Air yang dibutuhkan untuk pertumbuhan kapang dinyatakan dengan aW (water activity), yaitu perbandingan antara tekanan uap dari larutan (p) dengan tekanan uap air murni (Po) pada suhu yang sama. aW minimum untuk kapang bergerminasi 0,62. aW optimum untuk. pertumbuhan *Aspergillus Sp* 0,98 dan *Penicillium* 0,99.

(2) Suhu

Berdasarkan atas suhu pertumbuhannya, mikroorganisme dibedakan dalam golongan psikrofilik (tumbuh dibawah 20°C), mesofilik (25 - 45 °C) dan termofilik (di atas 45°C). Sebagian besar kapang digolongkan dalam mesofilik, sedang untuk pertumbuhan *Rhizopus* dan *Aspergillus* tumbuh baik pada suhu 25 - 30°C.

(3) pH (derajat keasaman)

Pada umumnya kapang dapat tumbuh pada pH 2 – 8,5; pertumbuhan optimal kapang pada pH 4 (keadaan asam),

(4) Oksigen

Berdasarkan atas kebutuhan oksigen untuk proses respirasi kapang pada umumnya bersifat aerob (membutuhkan oksigen).

(5) Substrat

Substrat dibutuhkan oleh mikroorganisme untuk pertumbuhan. Kebutuhan substrat untuk masing-masing mikroorganisme berbeda. Kapang pada umumnya menyenangi karbohidrat sehingga dalam penyiapan substrat pada pembuatan tauco, disamping kedele ditambahkan pula tepung beras dan tepung beras ketan sehingga kapang dapat tumbuh dengan baik.

Selama proses fermentasi akan terjadi perubahan-perubahan baik secara fisik maupun kimiawi karena aktivitas dari mikroorganisme. Kapang yang berperan pada proses fermentasi akan memproduksi enzim seperti enzim amilase, protease dan lipase. Dengan adanya enzim tersebut maka akan memecah protein, lemak dan pati menjadi senyawa-senyawa yang lebih sederhana. Beberapa fraksi hasil pemecahan merupakan senyawa-senyawa yang mudah menguap, sehingga dapat memberikan flavor yang spesifik pada bahan.

Pada fermentasi lanjutan, kadang-kadang tidak hanya jenis kapang yang berperan aktif, tetapi mikroorganisme jenis bakteri dan yeast juga ikut aktif memproduksi enzim-enzim. Mikroorganisme-mikroorganisme tersebut akan terus memecah/mengurai komponen-komponen yang terdapat pada bahan sehingga terbentuk asam-asam organik seperti asam laktat dan asam amino.

Senyawa-senyawa tersebut kemudian akan bereaksi dengan senyawa-senyawa lain yang merupakan hasil dari proses fermentasi asam laktat dan alkohol.

Reaksi antara asam-asam organik, etanol atau alkohol lainnya akan menghasilkan ester-ester yang merupakan senyawa pembentuk cita rasa dan aroma. Dengan adanya reaksi antara asam amino dengan gula akan menyebabkan terjadinya pencoklatan yang akan mempengaruhi mutu produk secara keseluruhan.



Gambar 58. Contoh produk fermentasi dengan kapang/jamur.

Tanyakan kepada guru Anda, hal-hal yang belum Anda pahami dari materi yang telah dipelajari

Lakukan praktik sesuai perintah guru Anda, dengan lembar kerja yang sudah tersedia secara berkelompok !

Bagi semua peserta didik menjadi 6 kelompok !

Bandingkan hasil praktik kelompok Anda dengan kelompok lainnya.

Buat kesimpulan dari praktik yang dilakukan, kemudian presentasikan di muka kelas !

Lembar Kerja

FERMENTASI DENGAN KHAMIR

Tujuan

Peserta dapat memahami dasar proses pengolahan dan pengawetan secara fermentasi dengan menggunakan khamir, dan factor-faktor yang mempengaruhinya.

Alat dan Bahan

Alat:

1) Baskom
2) Kompor
3) Dandang
4) Tampah
5) Sinduk kayu/plastik
6) Timbangan
7) Stoples

Bahan:

1) Beras ketan hitam/putih
2) Ragi tape

Langkah Kerja

1) Lakukan pengukusan beras ketan yang telah direndam dengan menggunakan dandang sampai matang.
2) Setelah dikukus, dinginkan pada tampah atau baskom sampai dingin.
3) Lakukan inokulasi dengan cara menaburkan bubuk ragi sejumlah yang telah ditentukan, aduk hingga rata.
4) Bagi ketan yang telah diberi ragi menjadi 4 bagian, beri perlakuan sebagai berikut:
   a) 1 bagian disimpan ke dalam stoples yang telah diberi alas daun pisang, tutup dan simpan di suhu ruang.
   b) 1 bagian disimpan ke dalam stoples yang telah diberi alas daun pisang, tutup dan simpan di suhu dingin.

c) 1 bagian diberi sedikit garam, kemudian masukkan ke dalam stoples yang telah dialasi daun pisang.
d) 1 bagian disimpan ke dalam stoples yang telah diberi alas daun pisang, biarkan terbuka dan simpan di suhu ruang.

5) Amati setelah disimpan selama 2 hari.
6) Diskusi dengan teman satu kelompok, kemudian buat laporannya.
7) Presentasikan di kelas.

Lembar Kerja

FERMENTASI DENGAN BAKTERI

Tujuan

Peserta didik dapat memahami dasar proses pengolahan dan pengawetan secara fermentasi dengan menggunakan bakteri, dan faktor-faktor yang mempengaruhinya.

Bahan :

1) susu murni
2) Skim 5%
3) Benzoat
4) Biakan/inokulum yoghurt (*Streptococcus thermophillus, Lactobacillus bulgaricus*)
5) Plastic kemasan

Alat :

1) panci stainless
2) Sinduk pengaduk
3) Gelas ukur/gelas piala
4) Beaker glass
5) Toples kaca
6) Saringan ,
7) Thermometer

Langkah Kerja

1) Alat dan bahan dalam keadaan bersih
2) Gunakan jas lab dan kelengkapannya
3) Cuci tangan sebelum mulai bekerja
4) Toples kaca di sterilisasi selama 15 menit
5) Susu sebanyak 1000 ml disaring dipisahkan dari kotoran

6) Lakukan pengamatan susu , catat hasil pengamatan terhadap rasa, warna, aroma, pH, berat jenis
7) Pasteurisasi susu pada suhu 80-90 ^{o}Cselama 15 menit,
   Perlakuan 1 :dengan ditambah skim
   Perlakuan 2 : Ditambah Pengawet
   Perlakuan 3 :Tanpa penambahan skim dan pengawet
8) Dinginkan sampai suhu 40 -45oC
9) Masukan dalam toples kaca steril
10) Inokulasi dengan starter atau biakan St,Lb sebanyak 3 – 5%
11) Aduk srdikit demi sedikit supaya larut
12) Inkubasikan pada suhu 43 ^{0}C selama 4-8 jam atau pada suhu kamar selama 12- 18 jam
13) Setelah selesai fermentasi, lakukan pengamatan dengan melihat pH, Rasa, Warna, Aroma, tekstur/konsistensi
14) Diskusikan hasil pengamatan dengan teman saudara

Lembar Kerja

FERMENTASI DENGAN KAPANG

Tujuan

Setelah menyelesaikan praktik ini, peserta didik diharapkan mampu memahami konsep fermentasi dengan kapang dan faktor-faktor yang mempengaruhinya.

Alat dan Bahan

Alat:

1) Panci
2) Timbangan
3) Kompor
4) Irig/ayakan bambu
5) Pengaduk kayu
6) Kulkas

Bahan:

a. Kacang kedele
b. Laru tempe
c. Daun pisang
d. Kantong plastik
e. Garam
f. Minyak goreng

Langkah Kerja:

1) Kacang kedele dicuci bersih dan direndam semalam.
2) Rebus kacang kedele yang sudah direndam, kemudian kupas kulitnya.
3) Kukus kacang kedele selama 30 menit, kemudian tiriskan dan masukkan ke dalam ayakan bambu, lalu biarkan dingin.
4) Tambahkan laru tempe sebanyak 1 g/kg kacang kadele matang, aduk dengan pengaduk kayu sampai tercampur rata.
5) Bagi kacang kedele yang sudah dicampur ragi menjadi 10 bagian, kemudian beri perlakuan sebagai berikut:

g. 2 bagian dibungkus dengan daun pisang, simpan di suhu ruang dan kulkas.

h. 2 bagian dibungkus dengan kantong plastik berlubang, simpan di suhu ruang dan kulkas.

i. 1 bagian dibungkus dengan kantong plastik tanpa lubang, simpan di suhu ruang.
j. 2 bagian ditambah garam ± ½ sendok teh, campur rata, dibungkus dengan daun pisang dan kantong plastik berlubang, simpan di suhu ruang.
k. 2 bagian ditambah minyak goreng ± 1 sendok teh, campur rata, dibungkus dengan daun pisang dan kantong plastik berlubang, simpan di suhu ruang.
l. 1 bagian dimasukkan ke dalam cawan petri, simpan di suhu ruang.
m. Amati semua perlakuan setelah disimpan selama 2 hari.
n. Buat kesimpulan dan diskusikan dengan teman-teman Anda.

PENGAMATAN

No.	Perlakuan	Kenampakan	Warna	Tekstur
1.	Bungkus daun, disimpan di suhu ruang			
2.	Bungkus daun, disimpan di kulkas			
3.	Bungkus kantong plastik berlubang, disimpan di suhu ruang			
4.	Bungkus kantong plastik berlubang, disimpan di kulkas			
5	Bungkus kantong plastik tanpa lubang, disimpan di suhu ruang			
6	Ditambah garam dan dibungkus daun, disimpan di suhu ruang			
7	Ditambah garam dan dibungkus kantong plastik berlubang, disimpan di suhu ruang			
8	Ditambah minyak goreng dan dibungkus daun, disimpan di suhu ruang			
9	Ditambah minyak goreng dan dibungkus kantong plastik berlubang, disimpan di suhu ruang			
10	Dimasukkan ke dalam cawan petri, disimpan di suhu ruang			

b. Enzimatis

Pengolahan dan pengawetan secara biokimia umumnya menggunakan enzim sebagai bahan yang ditambahkan saat proses pengolahan. Keefektifan enzim alamiah pada bahan pangan telah diketahui sejak lama sekali, secara tidak disadari enzim-enzim tersebut telah terlibat dan digunakan dalam produksi bier, wine, serta minuman beralkohol. Demikian pula dalam pembuatan keju, roti serta proses pengolahan daging seperti sosis, pengempukan daging dan lain-lain.

Penggunaan enzim dalam pengolahan pangan terutama dilakukan pada peningkatan mutu produk, pemanfaatan hasil samping industri pangan, pengembangan pangan sintetik, peningkatan cita rasa dan aroma, pemantapan (stabilitas) mutu, serta nilai gizi bahan pangan.

1) Pengertian Enzim

Enzyme atau enzim berasal dari bahasa Yunani yang arti harfiahnya “di dalam sel”. Selain kata enzim, dikenal juga kata fermen yang berarti ragi atau cairan ragi; istilah ini pada literatur Jerman dan Perancis masih digunakan sebagai sinonim istilah enzim. Reaksi kimia yang terjadi dalam sistem biologis selalu melibatkan katalis. Katalis yang terlibat biasanya merupakan protein yang sangat spesifik yang disebut enzim. Enzim merupakan katalis biokimia yang hanya dapat beraksi dengan satu atau sejumlah kecil reaksi. Beberapa enzim hanya mengkatalis satu reaksi kimia saja dan tidak dapat untuk lainnya. Sedangkan enzim lainnya, disamping dapat mengkatalis hanya reaksi kimia tertentu, juga dapat mengkatalis beberapa substrat lainnya.

2) Enzim dan lingkungan yang mempengaruhinya

a) Pengaruh Suhu Tinggi

Pada umumnya semakin tinggi suhu, semakin naik laju reaksi kimia, baik yang dikatalisis maupun yang tidak dikatalisis oleh enzim. Tetapi enzim merupakan protein, dimana semakin tinggi suhu, proses inaktifasi enzim juga meningkat. Kedua sifat ini mempengaruhi laju reaksi enzimatik secara keseluruhan.

Pada umumnya, enzim-enzim bekerja lambat pada suhu di bawah titik beku, dan keaktifannya meningkat sampai suhu 45°C. hampir semua enzim mempunyai aktivitas optimal pada suhu 30°C-40°C, dan denaturasi mulai terjadi pada suhu 45°C.

Penginaktifan enzim-enzim tertentu kadang-kadang berguna pada proses pengolahan. Sebagai contoh pada proses pasteurisasi susu yang dilakukan pada suhu 63°C selama 30 menit akan mematikan bakteri patogen dan menginaktifasi enzim fosfatase alkali. Contoh lainnya pada proses blansing buah-buahan atau sayuran dengan air panas atau uap panas. Proses blansing akan menginaktifkan enzim-enzim lipase, fenolase, lipoksigenase, katalase, peroksidase, dan asam askorbat oksidase. Proses blansing dianggap cukup apabila enzim yang tahan panas, yaitu peroksidase, sudah tidak aktif lagi.

b) Pengaruh Suhu Pembekuan

Beberapa enzim dapat terdenaturasi pada suhu pembekuan, tetapi sebagian enzim masih tahan dalam proses pembekuan maupun proses *thawing*. Selama proses pembekuan, pada bagian yang belum membeku masih terdapat air. Pada bagian tersebut larutan akan mengumpul dan mengental, sehingga konsentrasi elektrolit meningkat, pH berubah, dimana kondisi ini akan mempengaruhi aktivitas enzim, akibatnya terjadi kerusakan bahan pangan.

Beberapa enzim dapat dirusak apabila dibiarkan pada suhu rendah bukan beku (*chilling*). Keadaan tersebut dikenal dengan istilah denaturasi dingin, misalnya pada enzim laktosa dehidrogenase (LDH), katalase, dan glutamate dehidrogenase.

c) Pengaruh pH

Pada umumnya enzim bersifat amfolitik, yaitu dapat bereaksi baik dengan asam maupun basa. Diperkirakan perubahan keaktifan enzim akibat perubahan pH lingkungan disebabkan terjadinya perubahan ionosasi enzim, substrat, atau kompleks enzim substrat.

Enzim menunjukkan aktivitas maksimum pada suatu kisaran pH optimum, yang umumnya berkisar antara 4,5 – 8,0. Suatu enzim tertentu mempunyai kisaran pH optimum yang sempit, dimana pada pH optimum enzim mempunyai stabilitas yang tinggi.

Pengendalian pH yang dapat mempengaruhi aktivitas enzim sangat diperlukan dalam teknologi pangan. Dalam industri pangan dimana penggunaan enzim memegang peranan penting, pengaturan pH harus diperhatikan agar mendapatkan keaktifan enzim yang maksimal.

Sebaliknya dalam proses pengolahan pangan, keaktifan enzim tertentu tidak dikehendaki, sehingga harus dicegah atau dihambat. Terjadinya *browning* enzimatis akibat enzim fenolase dapat dihambat dengan menurunkan pH larutan sampai 3,0 sebab pH optimal fenolase 6,5. Hal ini dapat dilakukan dengan menambahkan bahan alami seperti asam sitrat, asam malat atau asam fosfat.

d) Pengaruh Kadar Air dan A_w

Kadar air bahan sangat mempengaruhi laju reaksi enzimatik. Pada kadar air bebas yang rendah, keaktifan enzim akan terhambat,dalam

sistem reaksi enzim, kadar air mutlak bukan merupakan faktor yang penting, tetapi jenis keterikatan air justru lebih penting terhadap keaktifan enzim. Karena itu pada makanan kering, keaktifan enzim lebih banyak dipengaruhi oleh water activity (A_w) bahan, dan dapat juga dipengaruhi oleh kelembaban udara di sekitarnya (Winarno dkk, 1980, dalam Winarno, 2010).

Pada Aw rendah, hanya sebagian kecil substrat terlarut dalam air bebas. Setelah substrat tersebut habis dihidrolisis, maka reaksinya terhenti. Pada saat kelembaban udara meningkat, jumlah air bebas akan meningkat dan dapat melarutkan substrat baru, sehingga reaksi dimulai lagi.

e) Pengaruh Garam

Kadar elektrolit yang tinggi umumnya mempengaruhi kelarutan protein. Karena itu larutan garam sering digunakan untuk melarutkan beberapa jenis protein. Peristiwa tersebut dikenal dengan istilah *salting in*. Sebaliknya beberapa jenis larutan garam lain digunakan untuk membuat protein atau enzim menjadi tidak larut. Proses ini disebut *salting out*, yang sering dimanfaatkan untuk mengisolasi enzim. Garam amonium fosfat sering digunakan untuk fraksinasi dan isolasi enzim, karena sifat kelarutannya dalam air yang tinggi dan tidak mengganggu bentuk dan fungsi enzim.

3) Penggolongan Enzim

Penggolongan enzim pangan berdasar pada substrat yang dirombaknya. Penggolongan enzim pangan terdiri atas:

a) Enzim yang menghidrolisis karbohidrat,
b) Enzim yang bekerja pada lemak dan minyak, dan
c) Enzim pengurai protein.

a) Enzim Yang Menghidrolisis Karbohidrat

Ada beberapa enzim yang banyak peranannya dalam industri pengolahan pangan, yaitu enzim-enzim pemecah pati seperti amilase, invertase, laktase, selulase, serta enzim pemecah pektin seperti poligalakturonase dan pektin metal esterase.

(1) Amilase

Amilase merupakan enzim yang berfungsi memecah pati atau glikogen. Senyawa ini banyak terdapat dalam hasil tanaman dan hewan. Amilase dikelompokkan menjadi 3 golongan, yaitu α-Amilase, β-Amilase dan Glukoamilase.

(a) α-Amilase

Enzim α-amilase terdapat pada tanaman, jaringan mamalia, dan mikroba. α-Amilase murni dapat diperoleh dari malt (barley), ludah manusia, dan pankreas. Dapat juga diisolasi dari *Aspergillus oryzae* dan *Bacillus subtilis*. Cara kerja α-amilase pada molekul amilosa terjadi melalui 2 tahap. Tahap pertama degradasi amilosa menjadi maltose dan maltotriosa, tahap kedua pembentukan glukosa dan maltose sebagai hasil akhir.

Kerja α-amilase pada molekul amilopektin akan menghasilkan glukosa, maltose dan oligosakarida.

(b) β-Amilase

β-Amilase terdapat pada berbagai hasil tanaman, tetapi tidak terdapat pada mamalia dan mikroba. Secara murni dapat diisolasi dari kecambah barley, ubi jalar, dan kacang kedelai. Enzim β-amilase aktif pada pH 5,0-6,0. β-Amilase yang berasal dari barley lebih tahan panas daripada α-amilase.

(c) Glukoamilase

Glukoamilase memecah pati menghasilkan glukosa. Secara komersial diproduksi dari *Aspergilus* dan *Rhizopus*. Suhu optimal 50-60°C, dan pH optimal 4,0-5,0.

(2) Invertase

Enzim invertase menghidrolisis sukrosa pada gula bukan pereduksi saja. Hasil hidrolisis menghasilkan gula pereduksi yang rasanya lebih manis daripada sukrosa karena terbentuknya fruktosa yang sangat manis. Enzim ini disebut invertase karena pada hasil hidrolisis terjadi invertasi, yaitu perubahan arah putaran optik. Nama-nama lain dari invertase adalah invertin, sakarase, dan sukrase.

Invertase penting untuk industri pengolahan pangan, khususnya industri sirup. Hidrolisis larutan sukrosa pekat akan menghasilkan sirup yang lebih manis dengan kandungan padatan terlarut lebih tinggi. Titik didih sirup gula invert lebih tinggi dan titik bekunya lebih rendah. Glukosa dan fruktosa lebih larut daripada sukrosa sehingga tidak mudah mengkristal pada konsentrasi tinggi.

(3) Laktase

Laktase adalah enzim yang dapat menghidrolisis gula susu (laktosa). Hidrolisis satu molekul laktosa menghasilkan satu molekul galaktosa dan satu molekul glukosa. Laktase terdapat dalam tanaman misalnya peach dan apel, juga terdapat pada bakteri (*Escherichia coli*), kapang (*Aspergillus oryzae*), dan hewan pada saluran pencernaannya.

Laktase merupakan enzim penting karena dapat mengubah gula susu yang sukar larut dan dengan kemanisan rendah menjadi gula yang mudah larut, tidak mudah mengkristal, dan rasanya lebih manis oleh adanya glukosa dan galaktosa. Penambahan enzim laktase pada roti yang pembuatannya memakai susu akan lebih menguntungkan, karena laktosa yang tidak dapat dihidrolisis oleh ragi dapat dipecah oleh enzim laktase menghasilkan glukosa yang dapat difermentasi oleh ragi.

(4) Selulase

Istilah selulase mula-mula digunakan khusus untuk enzim yang dapat memecah selulosa kapas saja. Sekarang penggunaannya lebih luas lagi, yaitu dapat memecahkan ikatan glikosidik β-1,4.

Pada hewan, terutama dalam lambung hewan memamah biak, banyak terdapat mikroba anaerobik yang menghasilkan enzim selulase yang mampu mencerna selulosa dari rumput dan bahan makanan lain. Penggunaan enzim selulase dalam industri pangan sangat terbatas.

(5) Aktivitas Enzim pada Pektin

Pektin pada umumnya terdiri dari berbagai senyawa karbohidrat. Senyawa utamanya poligalakturonat yang terdiri dari unit asam galakturonat. Pektin terdapat dalam jaringan tanaman, terutama sayuran dan buah-buahan, letak pektin mula-mula pada dinding sel primer kemudian menempati ruang antar sel yang disebut *middle lamella*. Pada mulanya pektin terdapat dalam bentuk protopektin yang tidak larut dalam air dan saat sel menjadi dewasa, protopektin berubah menjadi pektin yang larut dalam air.

Pektin pada umumnya terdiri dari dua kelompok senyawa, yaitu asam pektat atau asam galakturonat dan asam pektinat.

Pektin adalah senyawa yang dengan gula dan asam akan membentuk gel yang baik pada larutan gula 65% serta asam pada pH 3,1.

Enzim pektin dibagi menjadi dua kelompok, yaitu enzim depolimerase dan pektin asterase/enzim saponifikasi.

b) Enzim yang Bekerja pada Lemak dan Minyak

Enzim-enzim yang bekerja dalam hidrolisis lemak dan minyak dapat dikelompokkan menjadi dua kelompok besar yaitu enzim lipase dan enzim esterase. Secara fisiologik, enzim ini menghidrolisis lemak dengan menghasilkan asam lemak bebas dan gliserol yang penting peranannya dalam metabolisme tubuh. Di bidang industri lemak dan minyak, enzim-enzim ini berperan mengendalikan proses produksi minyak dan lemak.

Keaktifan enzim lipase tergantung dari pH dan suhu. Lipase pankreas mempunyai pH optimal 8-9, bila substratnya berbeda akan turun menjadi pH 6-7. Enzim lipase susu mempunyai pH optimal sekitar 9. Suhu optimal umumnya berkisar antara 30-40°C.

Garam sangat mempengaruhi keaktifan enzim. Adanya garam NaCl sampai konsentrasi 7,0 mM, keaktifan enzim lipase mencapai maksimal dan setelah itu akan menurun. Garam kalsium juga akan meningkatkan keaktifan enzim lipase dan membantu meningkatkan daya tahan panas enzim.

c) Enzim Pengurai Protein

Protein merupakan suatu polimer heterogen dari molekul-molekul asam amino. Protein sangat penting bagi tubuh kita terutama untuk pertumbuhan dan penggantian sel-sel tubuh yang telah rusak. Karena itu metabolism protein sangat penting diketahui, dan melibatkan berbagai enzim proteolitik, yaitu enzim yang dapat mengurai atau memecah protein.

Hartley (1960) dalam Winarno, 2010, membagi enzim protease menjadi empat golongan, yaitu:

(1) Golongan pertama: enzim protease serin yang artinya mempunyai residu serin dalam lokasi aktifnya. Enzim yang termasuk golongan ini adalah tripsin, kimotripsin, elastase, dan subyilin.

(2) Golongan kedua: enzim protease sulfhidril yang artinya mempunyai residu sulfhidril pada lokasi aktifnya. Yang termasuk enzim ini adalah protease dari tanaman dan mikroba, misalnya papain, fisin, dan bromelin.

(3) Golongan ketiga: protease metal, yaitu enzim yang keaktifannya tergantung pada adanya metal. Metal tersebut dapat terdiri atas Mg, Zn, Co, Fe, Hg, Ni, dan sebagainya. Contoh enzim yang termasuk golongan ini adalah karboksipeptidase A untuk beberapa aminopeptidase.

(4) Golongan keempat: protease asam, yaitu enzim yang pada lokasi aktifnya terdapat dua gugus karboksil. Enzim yang termasuk golongan ini adalah pepsin, rennin, dan protease kapang. Enzim tersebut aktif hanya pada pH rendah.

4) Penerapan Enzim Dalam Pengolahan Pangan Hasil Hewani

a) Pengempukan Daging

Salah satu penilaian mutu daging adalah sifat keempukan daging yang dapat diukur dengan sifat mudahnya dikunyah. Keempukan daging ada hubungannya dengan komposisi daging itu sendiri, yaitu yang berupa tenunan pengikat, serabut daging serta sel-sel lemak yang ada diantara sel serabut daging. Di samping itu, keempukan daging dipengaruhi oleh *rigor mortis* daging yang terjadi setelah ternak dipotong.

Pengempukan daging dapat dilakukan setelah ternak dipotong atau sebelum dipotong, yaitu saat ternak masih hidup beberapa saat sebelum dipotong. Proses pengempukan daging sebelum ternak dipotong pada ayam dilakukan dengan menyuntikkan bumbu-bumbu dan enzim *hyaluronidase* pada bagian bawah kulit, ayam dibiarkan hidup beberapa menit untuk memberi kesempatan semua bumbu dan enzim masuk ke semua jaringan tubuh. Kemudian ayam dipotong.

Pengempukan daging juga dapat dilakukan setelah ternak dipotong dengan cara memberikan enzim. Sejak dahulu, sebenarnya pemberian enzim sudah sering dilakukan dengan cara membungkus daging sebelum dimasak dengan daun pepaya, atau memasak daging dengan pepaya muda agar daging menjadi empuk. Pada daun pepaya atau pepaya muda terdapat enzim papain yang dapat mengempukan daging. Kini cara pengempukan daging sudah maju, yaitu dengan menggunakan enzim protease kasar maupun murni. Enzim protease dapat berasal dari buah pepaya muda (papain), buah nanas matang (bromelin), dan getah pohon ficus (fisin).

Di samping itu, protease untuk pengempukan daging dapat pula diperoleh dari mikroba misalnya *Bacillus subtilis* dan *Aspergillus oryzae*, tetapi penggunaannya secara komersial masih sangat terbatas.

Penggunaan enzim dilakukan dengan cara menaburkan bubuk enzim pada permukaan daging mentah, dengan merendam dalam larutan enzim, Dapat juga dengan menyemprot larutan enzim, atau dengan menyuntik larutan enzim pada beberapa tempat pada karkas atau daging segar.

Penggunaan papain dalam bentuk tepung yang ditaburkan atau dioleskan pada permukaan daging menghasilkan daging yang mempunyai keempukan yang tidak merata, bagian luar lebih empuk daripada bagian dalam. Demikian juga bila daging yang direndam dalam larutan enzim. Agar penyebaran enzim lebih merata, dilakukan dengan menusuk-nusuk daging dengan garpu sebelum diberi papain.

b) Enzim dalam Produksi Keju

Susu merupakan substrat ideal bagi reaksi kimia. Pada proses pasteurisasi, enzim alami menjadi inaktivasi. Fungsi enzim adalah untuk mengkatalisis reaksi kimia dalam susu, dimana reaksi tersebut dapat menghasilkan pengaruh atau efek yang diinginkan, misalnya pembentukan curd dengan rasa keju tertentu. Enzim yang tepat bila ditambahkan ke dalam susu akan dapat mengkatalisis pembentukan atau produksi asam laktat dalam pembentukan curd. Atau dapat juga ditambahkan pada curd untuk menghasilkan tekstur, flavor, dan sifat lainnya yang diinginkan.

Enzim yang digunakan dalam pembuatan keju sangat selektif, artinya enzim untuk menghasilkan jenis keju tertentu berbeda dengan keju yang lain. Contohnya enzim yang digunakan untuk menghasilkan *blue cheese* berbeda dengan enzim yang digunakan untuk menghasilkan *cheedar cheese* atau *swiss cheese*.

Enzim yang ditambahkan dalam pembuatan keju, pertama-tama bertujuan untuk menggumpalkan protein susu, kemudian untuk menambahkan cita rasa dan mengembangkan tekstur serta proses pematangan kejunya sendiri.

Enzim yang terlibat dalam pembuatan keju adalah lipase, lipoksidase dan rennin yang berfungsi sebagai protease.

5) Penerapan Enzim dalam Pengolahan Pangan Nabati

a) Pembuatan Roti

Enzim amilase sering digunakan dalam industri roti dan tepung terigu, karena enzim alami dalam tepung terigu dan tepung-tepung lain sangat kurang. Secara tradisional enzim yang banyak digunakan adalah enzim amilase dari gandum dan barley, serta gabungan enzim amilase dan protease dari kapang.

Tepung terigu hanya sedikit mengandung gula yang dapat difermentasi, kadarnya sekitar 0,5%. Kadar ini tidak cukup untuk fermentasi yang diperlukan untuk menghasilkan adonan yang baik serta volume roti yang besar. Penambahan sukrosa atau dekstrosa tidak akan mengatasi masalah. Gula-gula yang ditambahkan akan difermentasi terlalu cepat sehingga mengakibatkan hilangnya nilai gizi dan gas. Oleh karena itu perlu ditambahkan α-amilase untuk menjaga konstannya pembentukan maltose selama proses fermentasi, sehingga dapat menghasilkan roti dengan mutu yang tinggi.

Enzim β-amilase yang secara alami terdapat dalam terigu membantu pemecahan pati menjadi maltose, senyawa yang akan digunakan oleh ragi untuk membentuk gas CO_2 dan etanol.

Selain amilase, dalam pembuatan roti juga sering ditambahkan enzim protease. Dalam pembuatan roti, kualitas dan kuantitas gandum adalah faktor yang sangat penting pengaruhnya terhadap kekasaran tepung. Enzim proteinase yang ditambahkan akan bekerja khusus pada gluten sehingga berperan penting dalam menentukan sifat-sifat viskoelastik tepung terigu.

Enzim proteolitik bekerja menurunkan viskositas tepung. Penurunan viskositas tepung akan mengurangi waktu pengadukan sebanyak 30% untuk mendapatkan adonan yang baik. Penambahan enzim yang terlalu banyak akan menyebabkan adonan menjadi lembek dan sulit dibentuk.

Enzim lipoksidase digunakan dalam pembuatan roti untuk membantu memucatkan pigmen alami pada tepung, sehingga dapat diperoleh produk dengan warna yang sangat putih. Selain itu lipoksidase juga akan mempengaruhi tekstur dan flavor roti. Sumber utama enzim lipoksidase adalah kacang kedelai, namun penggunaan enzim lipoksidase juga memberikan efek yang merugikan, yaitu kemungkinan enzim tersebut mendekstruksi asam lemak esensial, dan radikal bebas yang dihasilkan dapat merusak komponen lain, juga dapat terjadi pengembangan flavor sehingga menghasilkan aroma yang tidak diinginkan.

b) Pengolahan Buah dan Sayuran

Banyak enzim yang telah digunakan untuk pemecahkan jaringan tanaman, baik dalam pengolahan buah maupun sayuran. Pemecahan tersebut memberikan keuntungan:

(1) Peningkatan rendemen sari buah serta padatan yang berguna dari tanaman.
(2) Penurunan viskositas dari puree dan konsentrat.
(3) Merubah struktur tenunan produk sehingga mempercepat masuknya senyawa yang diinginkan ke dalam sayuran.
(4) Melarutkan pectin kompleks sehingga memperlancar proses sedimentasi dan penjernihan sari buah. (Winarno, 2010)

Jenis enzim yang biasa digunakan dalam proses pengolahan buah-buahan dan sayuran adalah enzim yang tergolong dalam kelompok pektase (pemecah pektin) dan selulase (pemecah selulosa)

Dalam pembuatan sari buah, sering ditambahkan enzim pektolitik untuk menghasilkan saribbuah yang jernih, dan jumlah enzim yang ditambahkan sebanyak 50-150 ppm berdasarkan berat bahan. Enzim yang ditambahkan akan menggumpalkan koloid yang terdapat pada saribuah, dimana waktu penggumpalannya hanya beberapa menit saja.

c) Pembuatan Minyak Kelapa (VCO)

Pembuatan *VCO* dengan cara enzimatis merupakan pemisahan minyak dalam santan tanpa pemanasan. Enzim yang digunakan dapat berupa enzim bromelin (pada nanas) atau enzim papain (daun pepaya), enzim protease (kepiting sungai) dipilih salah satu dari ketiga enzim tersebut. Pembuatan VCO dengan enzimatis dikelompokkan menjadi tiga, yaitu pembuatan santan, pembuatan *VCO*, dan penyaringan.

VCO yang dihasilkan dari proses enzimatis memiliki keunggulan sebagai berikut :

(1) *VCO* berwarna bening, seperti kristal karena tidak mengalami proses pemanasan;

(2) Kandungan asam lemak dan antioksidan di dalam *VCO* tidak banyak berubah sehingga khasiatnya tetap tingg;

(3) Tidak mudah tengik karena komposisi asam lemaknya tidak banyak berubah;

(4) Cukup aplikatif bila diterapkan di tingkat petani karena menggunakan teknologi dan peralatan yang sederhana;

(5) Tidak membutuhkan biaya tambahan yang terlalu mahal karena umumnya daun pepaya atau nanas dijual dengan harga murah;

(6) Rendemen yang dihasilkan cukup tinggi, yaitu dari 10 butir kelapa akan diperoleh sekitar 1.100 ml *VCO*.

Kelemahan dengan cara enzimatis yaitu membutuhkan waktu yang sangat lama dalam proses denaturasi protein untuk memisahkan minyak dari ikatan lipoprotein yaitu sekitar 20 jam.

Selain daun pepaya, dapat juga digunakan enzim papain yang diekstrak dari getah pepaya yang dikeringkan, yang biasanya dipasaran dikenal dengan nama "Paya".



Gambar 59. Contoh VCO

Lakukan praktik sesuai perintah guru Anda, dengan lembar kerja yang sudah tersedia secara berkelompok !

Bagi semua peserta didik menjadi 6 kelompok !

Bandingkan hasil praktik kelompok Anda dengan kelompok lainnya.

Buat kesimpulan dari praktik yang dilakukan, kemudian presentasikan di muka kelas !

Lembar Kerja

PEMBUATAN MINYAK KELAPA DENGAN ENZIM PAPAIN

Tujuan

Peserta dapat menerapkan proses pengolahan secara biokimia dengan menggunakan enzim papain dalam pembuatan minyak kelapa murni (VCO)

Alat dan Bahan

Alat:

1) Baskom
2) Saringan santan
3) Gelas ukur
4) Botol kaca

Bahan:

1) Kelapa parut
2) Enzim papain
3) Air hangat

Langkah Kerja

1) Buat santan dari 0,5 kg kelapa parut yang diberi air hangat 2 kali berat kelapa parut.
2) Biarkan santan selama 30 menit, sampai diperoleh 2 lapisan, krim dan skim.
3) Pisahkan krim dan skim santan, ukur krim yang diperoleh.
4) Tambahkan enzim papain (Paya) pada krim sebanyak 3% dari volume krim, aduk rata.
5) Diamkan/peram selama 10-12 jam, sampai terjadi 3 lapisan, minyak, minyak + protein, dan air.
6) Ambil minyak yang terbentuk dengan hati-hati. Lapisan yang mengandung protein dan minyak diambil dan dipanaskan dengan api kecil sampai didapatkan minyak.
7) Catat hasil yang diperoleh yang terdiri dari warna, aroma, dan volumenya.

Lembar Kerja

PENGGUNAAN ENZIM PAPAIN

Tujuan

Peserta dapat menerapkan proses pengolahan secara biokimia dengan menggunakan enzim papain dalam pengempukkan daging.

Alat dan Bahan

Alat:

1) Mangkok
2) Timbangan
3) Garpu
4) Pisau
5) Penggorengan/panci

Bahan:

1) Daging sapi
2) Enzim papain 1%
3) Daun pepaya
4) Minyak goreng

Langkah Kerja

1) Timbang daging sapi seberat 50 gram, buat sebanyak 5 potong.
2) Timbang enzim papain sesuai ukuran sebanyak 3 bagian.
3) Buat perlakuan pada daging dengan ketentuan sebagai berikut:
    a) Satu bagian daging diolesi dengan enzim papain
    b) Satu bagian daging direndam dalam larutan enzim papain
    c) Satu bagian daging ditusuk-tusuk dengan garpu, lalu diolesi dengan enzim papain
    d) Satu bagian daging dibungkus dengan daun pepaya
    e) Satu bagian daging tanpa penambahan enzim papain.
4) Biarkan semua perlakuan selama kurang lebih 30 menit.
5) Masak dengan cara digoreng atau direbus.
6) Amati dan catat hasil percobaan yang diperoleh terhadap tekstur dan warna daging masak.
7) Diskusikan dengan anggota kelompok lainnya dan buat laporan hasil praktik.

LEMBAR PENGAMATAN

No	Perlakuan	Tekstur	Keterangan
1.	Diolesi enzim papain		
2.	Direndam enzim papain		
3.	Ditusuk-tusuk + diolesi enzim papain		
4.	Dibungkus daun papaya		
5.	Tanpa perlakuan enzim		

KESIMPULAN:

3. Refleksi

Untuk mengukur tingkat pencapaian kompetensi pada kompetensi fermentasi dan enzimatis, Anda diminta untuk melakukan refleksi dengan cara menuliskan/menjawab beberapa pertanyaan pada lembar refleksi.

Petunjuk

a. Tuliskan nama dan KD yang telah Anda selesaikan pada lembar tersendiri
b. Tuliskan jawaban pada pertanyaan pada lembar refleksi!
c. Kumpulkan hasil refleksi pada guru Anda!

LEMBAR REFLEKSI

a. Bagaimana kesan Anda setelah mengikuti pembelajaran ini?

....

....

b. Apakah Anda telah menguasai seluruh materi pembelajaran ini? Jika ada materi yang belum dikuasai tulis materi apa saja.

....

....

c. Manfaat apa yang Anda peroleh setelah menyelesaikan pelajaran ini?

....

....

d. Apa yang akan Anda lakukan setelah menyelesaikan pelajaran ini?

....

....

e. Tuliskan secara ringkas apa yang telah anda pelajari pada kegiatan pembelajaran ini!

....

....

4. Tugas

Catat produk fermentasi dan enzimatis apa saja yang ada di sekitar sekolah Anda. Tuliskan juga teknik pembuatan produk-produk tersebut. Diskusikan bersama teman satu meja hasil yang Anda peroleh, dan komunikasikan di muka kelas!

5. Tes Formatif

a. Jelaskan macam-macam fermentasi dan berikan contoh hasil olahannya!
b. Apa yang akan terjadi apabila pada proses pembuatan tempe secara tidak sengaja terkena garam dan minyak, jelaskan!
c. Jelaskan cara membuat VCO!
d. Berikan contoh pemakaian enzim dalam kehidupan sehari-hari!

C. Penilaian

1. Sikap

a. Ilmiah

No	Aspek	Skor			
		4	3	2	1
1.	Menanya				
2.	Mengamati				
3.	Menalar				
4.	Mengolah data				
5.	Menyimpulkan				
6.	Menyajikan				

b. Diskusi

No	Aspek	Skor			
		4	3	2	1
1.	Terlibat penuh				
2.	Bertanya				
3.	Menjawab				
4.	Memberikan gagasan orisinil				
5.	Kerja sama				
6.	Tertib				

2. Pengetahuan

a. Jelaskan apa yang dimaksud dengan fermentasi!
b. Jelaskan prinsip fermentasi dengan bakteri!
c. Jelaskan faktor-faktor yang mempengaruhi proses fermentasi!
d. Jelaskan prinsip fermentasi dengan bakteri!
e. Jelaskan mikroba yang berperan dalam pengolahan hasil pertanian beserta produknya, minimal 5!
f. Jelaskan faktor-faktor yang mempengaruhi aktivitas enzim!
g. Jelaskan penggolongan enzim pangan!
h. Jelaskan penerapan enzim dalam pengolahan pangan nabati!
i. Jelaskan penerapan enzim dalam pengolahan pangan hewani!

3. Keterampilan

Lakukan fermentasi dengan kapang bila disediakan bahan (kedele dan laru/ragi tempe) dan peralatan yang diperlukan, sehingga diperoleh hasil dengan kriteria berikut :

No	Indikator Keberhasilan (100%)	Ya	Tidak
1.	Kacang kedele dicuci bersih dan direndam semalam.		
2.	Kacang kedele yang sudah direndam direbus, kemudian kulitnya dikupas.		
3.	Kacang kedele dikukus selama 30 menit, kemudian ditiriskan dan dimasukkan ke dalam ayakan bambu, lalu dibiarkan dingin.		
4.	Laru tempe ditambahkan sebanyak 1 g/kg kacang kadele matang, diaduk dengan pengaduk kayu sampai tercampur rata.		
5.	Kacang kedele yang sudah dicampur ragi dibagi menjadi 10 bagian, kemudian diberi perlakuan sebagai berikut: a. 2 bagian dibungkus dengan daun pisang, simpan di suhu ruang dan kulkas. b. 2 bagian dibungkus dengan kantong plastik berlubang, simpan di suhu ruang dan kulkas. c. 1 bagian dibungkus dengan kantong plastik tanpa lubang, simpan di suhu ruang. d. 2 bagian ditambah garam ± ½ sendok teh, campur rata, dibungkus dengan daun pisang dan kantong plastik berlubang, simpan di suhu ruang. e. 2 bagian ditambah minyak goreng ± 1 sendok teh, campur rata, dibungkus dengan daun pisang dan kantong plastik berlubang, simpan di suhu ruang. f. 1 bagian dimasukkan ke dalam cawan petri, simpan di suhu ruang.		
6.	Semua perlakuan diamati setelah disimpan selama 2 hari.		
7.	Kesimpulan dibuat.		

Kegiatan Pembelajaran 5. Melakukan Teknik Kimiawi (15 JP)

A. Deskripsi

Teknik kimiawi dalam pengolahan sering dilakukan di industri pangan. Ruang lingkup materi ini terdiri dari: sulfitasi dan karbonatasi, netralisasi dan hidrolisis, serta pemurnian/refining dan penggumpalan/koagulasi.

Sulfitasi dan karbonatasi sering dilakukan pada industry gula putih dan minuman bersoda untuk karbonatasi saja. Netralisasi dilakukan pada industry minyak, hidrolisis digunakan salah satunya pada pembuatan gula cair; sedangkan proses pemurnian/refining pada industri minyak, dan koagulasi/penggumpalan salah satunya pada pembuatan tahu.

B. Kegiatan Belajar

1. Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari modul ini, peserta didik akan dapat menerapkan teknik kimiawi dalam pengolahan yang terdiri dari sulfitasi dan karbonatasi, netralisasi dan hidrolisis, serta pemurnian/refining dan penggumpalan/ koagulasi, baik secara terpisah maupun dalam satu kesatuan proses; sehingga memahami dengan benar prinsip sulfitasi dan karbonatasi, netralisasi dan hidrolisis, serta pemurnian/refining dan penggumpalan/koagulasi; apabila disediakan bahan dan peralatan yang diperlukan.

2. Uraian Materi

Teknik kimiawi pada proses pengolahan sering diterapkan dalam industry pangan seperti sulfitasi pada proses pembuatan gula pasir, hidrolisis pada pembuatan gula cair, dan koagulasi/penggumpalan pada proses pembuatan tahu.

Amati gambar di bawah ini, produk dari teknik kimiawi apa yang Anda kenali, tuliskan pada lembar pengamatan disertai teknik kimiawi yang Anda ketahui!



Gambar 1.



Gambar 2.



Gambar 3.



Gambar 4.



Gambar 5.

Lembar Pengamatan:

Gambar	Nama Produk/Gambar	Proses Kimiawi
Gambar 1.		
Gambar 2.		
Gambar 3.		
Gambar 4.		

Gambar	Nama Produk/Gambar	Proses Kimiawi
Gambar 5.		

Berdasarkan hasil pengamatan yang telah Anda lakukan, buatlah minimal 2 pertanyaan tentang :

1) Macam-macam metode/teknik kimiawi dalam pengolahan pangan!
2) Peralatan yang digunakan dalam teknik kimiawi dalam pengolahan pangan!

Pertanyaan yang Anda buat dapat ditanyakan kepada guru Anda.

a. Sulfitasi dan Karbonatasi

Proses sulfitasi dan karbonatasi biasa dilakukan dalam industry gula dan minuman bersoda.

1) Sulfitasi

Proses sulfitasi biasa dilakukan di industri gula. Proses sulfitasi merupakan proses pemurnia gula dengan menggunakan kapur dan SO_2 sebagai bahan pemurni. Gula yang dilakukan proses ini akan berwarna putih. Sebelum proses sulfitasi, didahului dengan penambahan asam fosfat pada nira mentah dengan tujuan:

a) Menyerap koloid dan zat warna
b) Menurunkan kadar kapur nira mentah
c) Melunakan kerak evaporator
d) Mempermudah proses pengendapan sehingga nira yang dihasilkan lebih jernih.

Proses sulfitasi dengan penambahan gas SO_2 hingga pH 6,5 dan penambahan gas SO_2 suhu 70-80°C bertujuan untuk:

a) Menetralkan kelebihan susu kapur (menetralkan pH nira), dan sebagai *bleaching agent* (zat pemutih).
b) Mengikat unsur-unsur lain yang bereaksi pada defekator.
c) Menurunkan pH, dan membentuk $CaSO_4$ untuk mengikat kotoran dalam nira. Pada suhu tersebut, kelarutan $CaSO_4$ rendah, sehingga proses pengendapan akan optimal.

Nira mentah yang telah dialiri gas SO_2, ditampung di *Reaction tank*, dan reaksi yang terjadi antara nira alkalis dengan gas SO_2, yaitu:

$$SO_2 + H_2O \longrightarrow H_2SO_4$$

$$H_2SO_4 + Ca(OH)_2 \longrightarrow CaSO_4 + 2H_2O$$

Endapan $CaSO_4$ akan mengikat kotoran yang terlarut dalam nira. Senyawa $CaSO_4$ merupakan senyawa yang menarik sebagian kotoran yang ada pada nira membentuk *floc,* kemudian nira mentah tersulfitasi di tangki reaksi dipompa ke *Heater* untuk dipanaskan pada suhu 105-110°C. Tujuan pemanasan pada suhu 105-110°C adalah:

a) menyempurnakan reaksi pencampuran nira mentah, susu kapur dan gas SO_2 dan mempercepat reaksi terutama untuk pembentukan endapan $CaSO_4$ dan $Ca_3(PO_4)_2$
b) mengantarkan nira pada titik didih dengan maksud untuk lebih memudahkan pengeluaran gelembung-gelembung dan udara yang akan dikeluarkan melalui *prefloc tower*
c) membunuh mikrooorganisme yang dapat menginversi sukrosa
d) memperbesar daya absorbsi pada garam-garam Ca terhadap koloid sehingga membantu proses pengendapan.

Selanjutnya nira mentah tersulfitasi dipompa ke *Prefloc tower*, untuk menghilangkan gas SO_2 dan gas sisa reaksi yang masih terlarut dalam nira. Pada *Prefloc tower* ditambahkan *flocculant.*



Gambar 60. Contoh gula hasil proses sulfitasi.

2) Karbonatasi

Proses karbonatasi biasa dilakukan pada minuman bersoda atau minuman karbonatasi. Minuman berkarbonasi adalah minuman yang tidak memiliki kandungan alcohol.
(id.wikipedia.org/wiki/Minuman_berkarbonasi/17-11-2013 jam 10.59)

Karbonasi terjadi ketika gas CO_2 terlarut secara sempurna dalam air. Proses ini akan menghasilkan sensasi kerbonasi yang diikuti dengan reaksi keluarnya busa pada minuman soda yang merupakan proses pelepasan kandungan CO_2 terlarut di dalam air.

Tahap penting dalam pembuatan minuman proses karbonasi, mutlak diperlukan tekanan tinggi supaya gas CO_2 dapat mengisi rongga-rongga di dalam struktur cairan. Tekanan tinggi tersebut yang menyebabkan timbulnya suara berdesis, ketika minuman berkarbonasi dibuka dari kaleng ataupun botol. Suara desis tersebut berasal dari tekanan pada permukaan air soda yang turun dengan sangat cepat, sehingga gas karbondioksida dalam minuman berusaha lepas. Gas karbondioksida tidak lepas sendiri-sendiri, namun membentuk molekul yang disebut nukleus sehingga mereka mempunyai tenaga untuk melawan cairan, melepaskan diri ke permukaan. Nukleus ini dapat dilihat ketika kita menuangkan minuman ke gelas, maka di bagian pinggir akan terbentuk gelembung-gelembung yang tampak menyatu. Nukleus ini juga yang memberikan sensasi nikmat di lidah.

Proses pembentukan nukleus dapat dipercepat dengan cara mengocok minuman berkarbonasi. Jika kita mengocok soda dalam kaleng atau botol yang masih tertutup, akan timbul suara letupan pada saat kaleng dibuka akibat dorongan nukleus yang sangat besar.

Selain faktor nukleus, faktor lain yang berpengaruh terhadap proses hilangnya gas karbondioksida dalam air adalah suhu. Proses karbonasi akan lebih efektif pada suhu yang lebih rendah, yaitu 2 – 5 derajat Celcius. Semakin tinggi suhu cairan, semakin sedikit gas yang terlarut.

Hal itu memang berlawanan dengan zat padat (seperti gula atau garam) yang bila dipanaskan akan mudah larut bersama air. Zat gas seperti karbondioksida bila berada dalam keadaan bebas di udara akan memiliki energi kinetik yang sebanding dengan suhu.

Untuk membuat karbondioksida larut dalam air, diperlukan upaya agar zat karbondioksida tersebut dapat stabil di dalam air, salah satunya adalah menurunkan energi kinetiknya dengan cara menurunkan suhu. Bila kita menaikkan suhunya, gas karbondioksida akan cenderung lepas. Itulah sebabnya selain alasan kesegaran, minuman berkarbonasi lebih disarankan untuk dikonsumsi dalam keadaan dingin.
(http: kimiadahsyat.blogspot.com/2011/02/cara-pembuatan-minuman-berkarbonasi.html. 17-11-2013, jam 12.05)



Gambar 61. Minuman berkarbonasi.

b. Netralisasi dan Hidrolisis

1) Netralisasi

Netralisasi ialah suatu proses untuk memisahkan asam lemak bebas dari minyak atau lemak, dengan cara mereaksikan asam lemak bebas dengan basa atau pereaksi lainnya sehingga membentuk sabun (*soap stock*). Pemisahan asam lemak bebas dapat juga dilakukan dengan cara penyulingan yang dikenal dengan istilah de-asidifikasi. Tujuan proses netralisasi adalah untuk menghilangkan asam lemak bebas (FFA) yang dapat menyebabkan bau tengik.

Ada beberapa cara netralisasi.

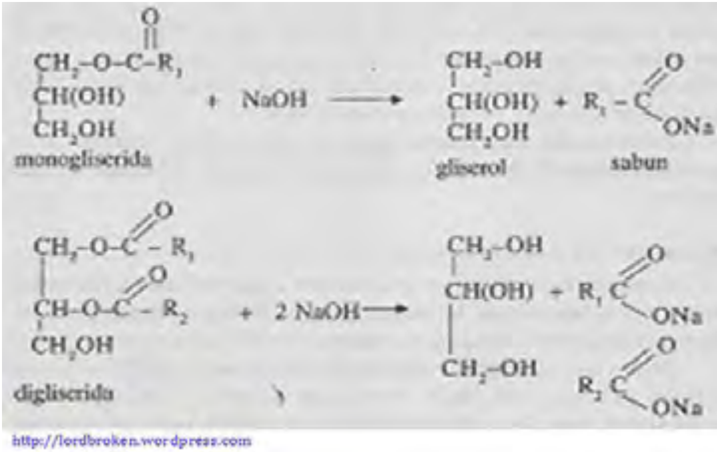
a) Netralisasi dengan Kaustik Soda (NaOH)

Netralisasi dengan kaustik soda banyak dilakukan dalam skala industry, karena lebih efisien dan lebih murah dibandingkan dengan cara netralisasi lainnya. Selain itu penggunaan kaustik soda, membantu dalam mengurangi zat warna dan kotoran yang berupa getah dan lender dalam minyak.

Sabun yang terbentuk dapat membantu pemisahan zat warna dan kotoran seperti fosfatidan dan protein, dengan cara mementuk emulsi. Sabun atau emulsi yang terbentuk dapat dipisahkan dari minyak dengan cara sentrifusi.

Dengan cara hidrasi dan dibantu dengan proses pemisahan sabun secara mekanis, maka netralisasi dengan menggunakan kaustik soda dapat menghilangkan fosfatida, protein, rennin, dan suspensi dalam minyak yang tidak dapat dihilangkan dengan proses pemisahan gum. Komponen minor (*minor component*) dalam minyak berupa sterol, klorofil, vitamin E, dan karotenoid hanya sebagian kecil dapat dikurangi dengan proses netralisasi.

Netralisasi menggunakan kaustik soda akan menyabunkan sejumlah kecil trigliserida. Molekul mono dan digliserida lebih mudah bereaksi dengan persenywaan alkali. Reaksi penyabunan mono dan digliserida dalam minyak terjadi sebagai berikut:



Gambar 62. Reaksi penyabunan mono dan digliserida dalam minyak.

Di Amerika, netralisasi dengan kaustik soda dilakukan terhadap minyak biji kapas dan minyak kacang tanah dengan konsentrasi larutan kaustik soda 0,1 – 0,4 N pada suhu 70- 95^{o}C. Penggunaan larutan kaustik soda 0,5 N pada suhu 70 ^{o}C akan menyebabkan trigliserida sebanyak 1%.

Efisiensi netralisasi dinyatakan dalam *refining factor*, yaitu perbandingan antara kehilangan karena netralisasi dan jumlah asam lemak bebas dalam lemak kasar. Sebagai contoh ialah netralisasi kasar yang mengandung 3% asam lemak bebas, menghasilkan minyak netral dengan rendemen sebesar 94%, maka akan mengalami kehilangan total (*total loss*) sebesar (100-94)% = 6%.

$$refining\ factor\ = \frac{\text{kehilangan total (\%)}}{\text{asam lemak bebas dalam minyak (\%)}}$$

Makin kecil nilai *refining factor*, maka efisiensi netralisasi makin tinggi. Pemakaian larutan kaustik soda dengan kensentrasi yang terlalu tinggi akan bereaksi sebagian dengan trigiserida sehingga mengurangi rendemen minyak dan menambah jumlah sabun yang terbentuk. Oleh karena itu, harus dipilih konsentrasi dan jumlah kaustik soda yang tepat untuk menyabunkan asam lemak bebas dalam minyak. Dengan demikian penyabunan trigliserida dan terbentuknya emulsi dalam minyak dapat dikurangi, sehingga dihasilkan minyak netral dengan rendemen yang lebih besar dan mutu minyak yang lebih baik.

Beberapa hal yang perlu dipertimbangkan dalam memilih konsentrasi larutan alkali yang digunakan dalam netralisasi adalah sebagai berikut:

(1) Keasaman dari Minyak Kasar

Konsentrasi dari alkali yang digunakan tergantung dari jumlah asam lemak bebas atau derajat keasaman minyak. Makin besar jumlah asam lemak bebas, makin besar pula konsentrasi alkali yang digunakan.

Secara teoritis, untuk menetralkan 1 kg asam lemak bebas dalam minyak (sebagai asam oleat), dibutuhkan sebanyak 0,142 kg kaustik soda kristal, atau untuk menetralkan 1 ton minyak yang mengandung 1% asam lemak bebas (10 kg asam lemak bebas) dibutuhkan sebanyak 1,42 kg kaustik soda kristal. Pada proses netralisasi perlu ditambahkan kaustik soda berlebih yang disebut *excess* dari jumlahnya terantung dari sifat-sifat khas minyak; misalnya untuk minyak kelapa sebanyak 0,1 – 0,2% kaustik soda didasarkan pada berat minyak.

(2) Jumlah minyak netral (trigliserida) yang tersabunkan diusahakan serendah mungkin

Makin besar konsentrasi larutan alkali yang digunakan, maka kemungkinan jumlah trigliserida yang tersabunkan semakin besar pula sehingga angka *refining factor* bertambah besar.

(3) Jumlah minyak netral yang terdapat dalam soap stock

Makin encer larutan kaustik soda, maka makin besar tendensi larutan sabun untuk membentuk emulsi dengan trigliserida. Umumnya minyak yang mengandung kadar asam lemak bebas yang rendah lebih baik dinetralkan dengan alkali encer (konsentrasi lebih kecil dari 0,15 N atau 5^{o}Be), sedangkan asam lemak bebas dengan kadar tinggi, baik dinetralkan dengan larutan alkali 10-24^{o}Be. Dengan menggunakan larutan alkali encer, kemungkinan terjadinya penyabunan trigliserida dapat diperkecil, akan tetapi kehilangan minyak bertambah besar karena sabun dalam minyak akan membentuk emulsi.

(4) Suhu netralisasi

Suhu netralisasi dipilih sedemikian rupa sehingga sabun (*soap stock*) yang terbentuk dalam minyak mengendap dengan kompak dan cepat. Pengendapan yang lambat akan memperbesar kehilangan minyak karena sebagian minyak akan diserap oleh sabun.

(5) Warna minyak netral

Makin encer larutan alkali yang digunakan, makin besar jumlah larutan yang dibutuhkan untuk netralisasi dan minyak netral yang dihasilkan berwarna lebih pucat.

b) **Netralisasi dengan Natrium Karbonat (Na_2CO_3)**

Keuntungan menggunakan persenyawaan karbonat adalah karena trigliserida tidak ikut tersabunkan, sehingga nilai *refining factor* dapat diperkecil. Suatu kelemahan dari pemakaian senyawa ini adalah karena sabun yang terbentuk sukar dipisahkan. Hal ini disebabkan karena gas CO_2 yang dibebaskan dari karbonat akan menimbulkan busa dalam minyak.

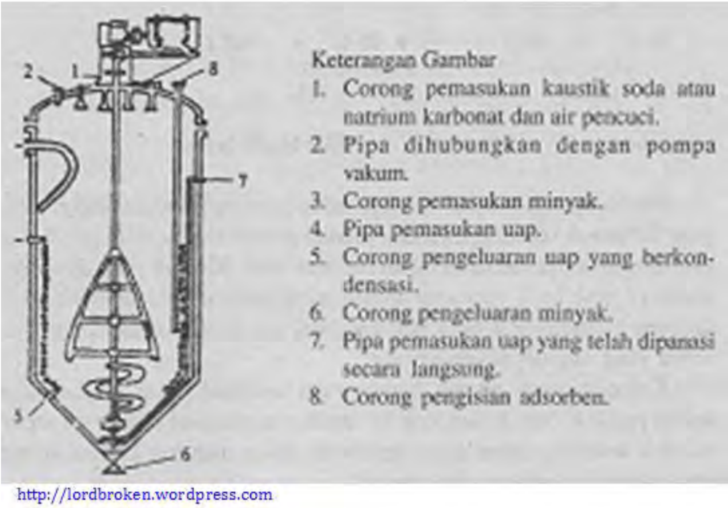
Netralisasi menggunakan natrium karbonat biasanya disusul dengan pencucian menggunakan kaustik soda encer, sehingga memperbaiki mutu, terutama warna minyak. Hal ini akan mengurangi jumlah absorben yang dibutuhkan pada proses pencucian.

Pada umumnya netralisasi minyak menggunakan natrium karbonat dilakukan di bawah suhu 50°C, sehingga seluruh asam lemak bebas yang bereaksi dengan natrium karbonat akan membentuk sabun dan asam karbonat, dengan reaksi sebagai berikut:

Pada pemanasan, asam karbonat yang terbentuk akan terurai menjadi gas CO_2 dan H_2O. gas CO_2 yang dibebaskan akan membentuk busa dalam sabun yang terbentuk dan mengapungkan partikel sabun di atas permukaan minyak. Gas tersebut dapat dihilangkan dengan cara mengalirkan uap panas atau atau dengan cara menurunkan tekanan udara di atas permukaan minyak dengan pompa vakum.

Cara netralisasi adalah dengan minyak dinetralkan, dipanaskan pada suhu 35-40^{o}C dengan tekanan lebih rendah dari 1 atmosfir. Selanjutnya ditambahkan larutan natrium karbonat, kemudian diaduk selama 10-15 menit dengan kecepatan pengadukan 65-75 rpm. Kemudian kecepatan pengadukan dikurangi 15-20 rpm dan

tekanan vakum diperkecil selama 20-30 menit. Dengan cara tersebut, gas CO_2 yang terbentuk akan menguap dan asam lemak bebas yang tertinggal dalam minyak kurang lebih sebesar 0,05%. Sabun yang terbentuk dapat diendapkan dengan menambahkan garam, misalnya natrium sulfat atau natrium silikat, atau mencucinya dengan air panas. Setelah sabun dipisahkan dari minyak selanjutnya dilakukan proses pemucatan.



Gambar 63. Gambar alat netralisasi dan pemucatan minyak.

Minyak dalam sabun yang telah mengendap dapat dipisahkan dengan cara menyaring menggunakan *filter press*. Asam lemak bebas yang telah membentuk sabun (*soap stock*) dapat diperoleh kembali jika sabun tersebut direaksikan dengan asam mineral.

Keuntungan netralisasi menggunakan natrium karbonat adalah sabun yang terbentuk bersifat pekat dan mudah dipisahkan, serta dapat dipakai langsung untuk pembuatan sabun bermutu baik.

Minyak yang dihasilkan mmlebih baik, terutama setelah mengalami proses deodorisasi. Di samping itu trigliserida tidak ikut tersabunkan sehingga rendemen minyak netra yang dihasilkan lebih besar.

Kelemahannya adalah karena cara tersebut sukar dilaksanakan dalam praktek, dan di samping itu untuk minyak *semi drying* oil seperti minyak kedelai, sabun yang terbentuk sukar disaring karena adanya busa yang disebabkan oleh gas CO_2.

c) **Netralisasi minyak dalam bentuk "*miscella*"**

Cara netralisasi ini digunakan pada minyak yang diekstrak dengan menggunakan pelarut menguap (*solvent extraction*). Hasil ekstraksi merupakan campuran antara pelarut dan minyak disebut *miscella*.

Asam lemak bebas dalam *miscella* dapat dinetralkan dengan menggunakan kaustik soda atau natrium karbonat. Penambahan bahan kimia tersebut ke dalam *miscella* yang mengalir dalam ketel ekstraksi, dilakukan pada suhu yang sesuai dengan titik didih pelarut. Sabun yang terbenuk dapat dipisahkan dengan cara menambahkan garam, sedangkan minyak netral dapat dipisahkan dari pelarut dengan cara penguapan.

d) **Netralisasi dengan Etanol Amin dan Amonia**

Etanol amin dan ammonia dapat digunakan untuk netralisasi asam lemak bebas. Pada proses ini asam lemak bebas dapat dinetralkan tanpa menyabunkan trigliserida, sedangkan ammonia yang digunakan dapat diperoleh kembali dari *soap stock* dengan cara penyulingan dalam ruang vakum.

e) **Pemisahan asam (de-acidification) dengan cara Penyulingan**

Proses pemisahan asam dengan cara penyulingan adalah proses penguapan asam lemak bebas, langsung dari minyak tanpa mereaksikannya dengan larutan biasa, sehingga asam lemak yang terpisah tetap utuh. Minyak kasar yang akan disuling terlebih dahulu dipanaskan dalam alat penukar kalor (*heat exchanger*). Selanjutnya minyak tersebut dialirkan secara kontinu ke dalam alat penyuling, dengan letak horizontal.



Gambar 64. Gambar skema alat penyulingan asam lemak bebas.

f) Contoh aplikasi netralisasi minyak ada pada:

(1) **Netralisasi pada proses pembuatan minyak ikan**

Proses netralisasi dilakukan dengan menambahkan larutan alkali atau pereaksi lainnya untuk membebaskan asam lemak bebas dengan membentuk sabun dan membentuk koagulasi bahan-bahan yang tidak diiinginkan. Penambahan larutan alkali ke dalam minyak mentah akan menyebabkan reaksi kimia maupun fisik, yaitu:

(a) Alkali akan bereaksi dengan asam lemak bebas dan membentuk sabun,
(b) Gum menyerap air dan menggumpal melaliu reaksi hidrasi,
(c) Bahan-bahan warna terdegradasi, terserap oleh gum atau larutan oleh alkali,
(d) Bahan-bahan yang tidak terlatur yang terdapat dalam minyak akan menggumpal.

Selanjutnya minyak yang telah dinetralkan dibiarkan beberapa saat supaya terjadi pemisahan sabun yang terbentuk. Lapisan sabun berada pada lapisan bawah dan lapisan minyak pada bagian bawah. Kemudian sabun tersebut diambil. Untuk menghilangkan sabun-sabun yang masih tersisa, pada minyak ikan ditambahkan air panas sambil diaduk dan kemudian dibiarkan supaya terjadi pemisahan minyak dan air. Setelah itu air yang terpisah dibuang.

(2) **Netralisasi pada proses pembuatan minyak sawit**

Proses netralisasi konvensional dengan penambahan soda kaustik merupakan proses yang paling luas digunakan dan juga proses purifikasi terbaik yang dikenal sejauh ini. Penambahan larutan alkali ke dalam CPO menyebabkan beberapa reaksi kimia dan fisika sebagai berikut:

(a) Alkali bereaksi dengan *Free Fatty Acid* (FFA) membentuk sabun.
(b) Fosfatida mengabsorb alkali dan selanjutnya akan terkoagulasi melalui proses hidrasi.
(c) Pigmen mengalami degradasi, akan terabsorbsi oleh gum.
(d) Bahan-bahan yang tidak larut akan terperangkap oleh material terkoagulasi.

Efisiensi pemisahan sabun dari minyak yang sudah dinetralisasi, yang biasanya dilakukan dengan bantuan separator sentrifugal, merupakan faktor yang signifikan dalam netralisasi kaustik. Netralisasi kaustik konvensional sangat fleksibel dalam memurnikan minyak mentah untuk menghasilkan produk makanan. (http://lordbroken.wordpress.com/2010/10/31/1159/, 17-11-2013, jam 13.00)

2) Hidrolisis

Glukosa merupakan alternatif pemanis selain sukrosa walaupun tingkat kemanisannya hanya 0,7 kali dari tingkat kemanisan sukrosa (Hendrickson, 1988). Sirup glukosa adalah sejenis larutan yang amat kental dihasilkan dari hidrolisis pati/amilum (starch) yaitu sejenis karbohidrat yang memiliki bobot molekul tinggi dengan menggunakan katalisator enzim, asam atau gabungan antara enzim dan asam.

Secara umum hidrolisis dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu secara enzimatis dan kimiawi. Hidrolisis enzimatis yaitu hidrolisis dengan bantuan enzim yang dihasilkan oleh mikroorganisme tertentu, sedangkan hidrolisis kimiawi menggunakan asam sebagai katalis.

Menurut Hartono dan Wahyudi (1999), keuntungan serta kerugian hidrolisis kimiawi dan enzimatis terdapat pada Tabel 11.

Tabel 11. Keuntungan serta kerugian hidrolisis kimiawi dan enzimatis

Jenis Hidrolisis	Keuntungan	Kerugian
Kimiawi	• Kapasitas Produksi besar • Investasi relatif lebih kecil	• Rantai pati dipotong secara acak sehingga kemurnian produk rendah • Butuh energi panas yang lebih banyak (suhu 75 – 135oC)

Jenis Hidrolisis	Keuntungan	Kerugian
Enzimatis	• Rantai pati dipotong secara spesifik sehingga kemurnian produk tinggi	• Butuh energi panas yang lebih rendah (suhu 50 - 90oC) • Investasi Mahal

Ditinjau secara proses, hidrolisis secara enzimatis kurang praktis sehingga tidak cocok untuk skala kecil karena agak sulit diterapkan kepada masyarakat umum, selain itu investasi yang diperlukan besar. Hidrolisis secara kimiawi relatif lebih praktis, dengan kapasitas produksi yang besar hanya memerlukan investasi yang lebih kecil. Namun bila akan diproduksi dengan skala/industri besar yang mengsyaratkan kemurnian tinggi, proses secara enzimatis lebih disarankan.

Hidrolisis adalah mekanisme reaksi penguraian suatu senyawa oleh air atau asam dan basa. Dalam hal ini molekul air (H_2O) menguraikan molekul pati yang tersusun atas 2 fraksi. Kedua fraksi tersebut dapat dipisahkan dengan air panas. Fraksi terlarut disebut amilosa dan fraksi tidak terlarut disebut amilopektin.

Amilosa mempunyai struktur lurus dengan ikatan ? - (1,4) - D - glukosa, berat molekulnya antara beberapa ribu sampai 500.000. Amilopektin mempunyai cabang dengan ikatan ? – (1,4) – D – Glukosa. Berat molekul amilopektin dapat mencapai 100 juta. Pada rantai utama, residu-residu glukosa berhubungan melalui ikatan glikosidik ?-1,4 sedang pada titik percabangannya melalui ikatan glikosidik ?-1,6. Peranan perbandingan amilosa dan amilopektin terlihat pada serelia. Pada beras, semakin kecil kandungan amilosa atau semakin tinggi kandungan amilopektinnya, semakin lengket nasi yang terjadi.

Menurut Saut dan Kurnianto (2004) terdapat 250 satuan glukosa atau lebih per molekul amilosa. Hidrolisis lengkap amilosa hanya menghasilkan D-glukosa, sedangkan hidrolisis parsial manghasilkan maltosa sebagai satu-satunya disakarida.

Amilopektin mengandung 1000 satuan glukosa atau lebih per molekul. Hidrolisis lengkap amilopektin hanya menghasilkan D-glukosa. Tetapi hidrolisis tak lengkap menghasilkan suatu campuran disakarida maltosa dan isomaltosa.

Pati tapioka (hasil ekstraksi di pabrik pengolahan tepung tapioka) dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan glukosa (sirup glukosa).

a) Hidrolisis dalam Suasana Asam

Proses hidrolisis pati dalam suasana asam pertama kali ditemukan oleh kirchoff pada tahun 1812, namun produksi secara komersial mulai terjadi sejak tahun 1850. Pada proses ini sejumlah pati diasamkan hingga pH = 2, kemudian dipanaskan dengan uap pada tangki bertekanan (converter) pada suhu 120 – 140°C. Derajat konversi yang diperoleh bergantung pada konsentrasi asam, waktu konversi, suhu, dan tekanan selama reaksi.

Beberapa ilmuwan mencoba untuk mengembangkan parameter-parameter reaksi guna mendapatkan hasil reaksi yang lebih baik dan lebih efisien, misalnya, merekomendasikan untuk menghidrolisis pati dengan HCl atau H_2SO_4 pada suhu 100°C paling lama selama 75 menit. Percobaan ini dikembangkan lagi oleh Somogy dengan cara menentukan parameter konsentrasinya. Pada penemuannya diketahui bahwa campuran antara 0,5% larutan pati dengan larutan H_2SO_4 4N pada suhu 100°C selama 75 menit dapat menghasilkan yield 96% D-glukosa.

Sementara itu, Bourne menemukan bahwa hidrolisis pati dengan asam oksalat 1 gr/cm3 pada suhu 100°C selama 4 jam akan menghasilkan glukosa sebagai produk utama. (Hartono dan Wahyudi, 1999)

Hidrolisis secara asam merupakan proses likuifaksi, yakni berupa pemutusan rantai-rantai molekul pati yang lemah sehingga perolehan glukosanya belum maksimal.

Untuk menurunkan energi aktivasi (menurunkan suhu reaksi) dan mempercepat jalannya reaksi hidrolisis pati dibutuhkan suatu katalis. Secara mikro, mekanisme kerja katalis dapat dijelaskan sebagai terjadinya tumbukan antar elektron yang mengakibatkan adanya perubahan konfigurasi elektron sehingga didapat unsur baru yang pada akhirnya menghasilkan zat (senyawa) baru. Penambahan katalis asam dapat menciptakan kondisi asam dan pH yang sesuai. Efektivitas dari kerja katalis juga sangat dipengaruhi oleh suhu dan konsentrasi pati. Salah satu katalis asam yang dapat digunakan adalah HCl.

Menurut Hartono dan Wahyudi (1999), HCl digunakan sebagai katalis dengan pertimbangan antara lain :

(1) HCl merupakan salah satu jenis oksidator kuat
(2) Harganya relatif murah dan mudah diperoleh
(3) Lebih aman jika dibandingkan dengan jenis asam yang lain seperti:
    (a) HNO3 : dapat terbentuk gas NO2 selama proses hidrolisis berlangsung yang dapat membahayakan kesehatan dan keselamatan
    (b) H2SO4 : laju reaksi hidrolisisnya lebih lambat dibandingkan HCl

Hidrolisis dengan menggunakan asam menyebabkan gelatinisasi sempurna dari semua pati, dan menghasilkan hidrolisat yang mudah disaring, tetapi didapat juga produk reversi, garam-garam dan timbulnya warna akibat kerja katalitik yang tidak spesifik. Pati yang derajat kemuriannya kurang, mengandung kontamin protein yang akan ikut terhidrolisis bila digunakan asam, hal ini merupakan penyebab timbulnya warna coklat pada produk.



Gambar 65. Contoh produk hasil hidrolisis pati.

b) Hidrolisis secara Enzimatis

Hidrolisis dengan menggunakan asam sudah sejak lama berusaha digantikan dengan hidrolisis menggunakan enzim. Enzim dapat memecah ikatan polimer dari pati. Enzim bekerja secara spesifik, sehingga diharapkan bahwa kandungan bahan penyusun glukosa yang dihasilkan dapat diatur perbandingannya sesuai dengan spesifikasi yang telah ditetapkan terlebih dahulu. Enzim yang banyak digunakan di industri pengolahan pati antara lain Þ-amilase, ß-amilase, glukoamilase, pullanase, dan isoamilase.

Hidrolisis pati secara enzimatis merupakan proses sakarifikasi, yaitu proses pemutusan seluruh rantai molekul pati sehingga didapatkan perolehan glukosa yang maksimal. Karena itu pada proses pembuatan glukosa secara asam biasanya diikuti oleh proses enzim dengan tujuan agar produk yang dihasilkan benar-benar murni glukosa.

c) Hidrolisis secara Mikrobiologis

Proses hidrolisis lain yang mulai digunakan adalah hidrolisis secara mikrobiologi. Proses ini terutama bertujuan untuk mengkonversikan pati menjadi glukosa dengan menggunakan mikroorganisme tertentu dari golongan jamur, yaitu jenis *Rhizopus delemar* atau *Rhizopus boulard*. Proses secara mikrobiologi dibagi dalam 4 tahap, yaitu tahap di laboratorium, pilot plant pertama, pilot plant kedua dan tahap pemurnian.

d) Hidrolisis secara Basa

Selain ketiga cara diatas, proses hidrolisis dapat juga dilakukan secara basa, tetapi produk yang dihasilkan bukan glukosa melainkan saccharinate (sakarin), salah satu zat pemanis sintetis. Pada proses secara asam, larutan asam berfungsi sebagai katalis, tetapi pada proses basa, larutan basa ikut sebagai pereaksi bersama pati.

Jika basa yang digunakan adalah NaOH maka terbentuk natrium sakarin, jika yang digunakan $Ca(OH)_2$, maka produknya adalah kalsium sakarin. Reaksi pembentukan sakarin akan menjadi lambat jika dalam pereaksi terdapat oksigen terlarut, karena dengan adanya oksigen ini akan terbentuk asam-asam volatile seperti asam asetat dan asam format.

Untuk menghitung besarnya konversi reaksi dari pati menjadi glukosa, maka pati yang digunakan haruslah mempunyai kemurnian yang tinggi. Untuk itu dapat dilakukan penghilangan glukosa dari pati dengan cara pencucian (penyaringan). Selain glukosa, senyawa-senyawa terlarut lainnya yang mungkin ada terutama senyawa golongan karbohidrat seperti oligosakarida dan monosakarida lainnya diharapkan juga dapat terpisahkan dari pati.

Proses pencucian ini didasarkan atas adanya beda kelarutan antara senyawa polisakarida (pati) dengan senyawa monosakarida (glukosa) dan disakarida. Senyawa-senyawa monosakarida dan disakarida dapat larut dalam air sedangkan senyawa polisakarida tidak larut. Melalui proses pencucian ini diharapkan reaktan yang mengalami hidrolisis nantinya hanyalah pati tanpa senyawa karbohidrat yang lain.

Walaupun demikian, proses pencucian ini belum tentu dapat memisahkan pati dari senyawa-senyawa karbohidrat terlarut lainnya secara keseluruhan. Namun setidaknya dengan proses ini senyawa-senyawa terlarut tersebut sebagian besar dapat dipisahkan.

Tanyakan kepada guru Anda, hal-hal yang belum Anda pahami dari materi yang telah dipelajari

Lakukan praktik sesuai perintah guru Anda, dengan lembar kerja yang sudah tersedia secara berkelompok !

Bagi semua peserta didik menjadi 6 kelompok !

Bandingkan hasil praktik kelompok Anda dengan kelompok lainnya.

Buat kesimpulan dari praktik yang dilakukan, kemudian presentasikan di muka kelas !

Lembar Kerja

HIDROLISIS PATI

Tujuan

Peserta didik dapat melakukan proses hidrolisis pati dengan menggunakan enzim.

Alat dan Bahan

Alat:

1) Autoclave
2) Neraca digital
3) Thermometer
4) pH meter
5) Gelas ukur
6) Beaker glass
7) Batang pengaduk
8) Waterbath

Bahan:

1) Tepung tapioka
2) Enzim α-amilase
3) NaOH
4) Lar Iodin

Langkah Kerja

1. Tepung tapioka 135 gram ditambah air sampai volume 500mL untuk membentuk suspensi pati 30%.
2. Panaskan pada suhu 125-130°C selama 30 menit dengan menggunakan Autoclave.
3. Turunkan suhunya sehingga mencapai suhu 95-105°C dan tambahkan 0,8 mL enzim α-amilase/kg pati sambil diaduk rata. Pertahankan tingkat keasaman pada pH 6,2-6,4 dengan menambahkan NaOH. Tunggu sampai 90 menit.
4. Selanjutnya diperoleh larutan dekstrin
5. Uji larutan dekstrin yang dihasilkan dengan menambahkan larutan Iodin.
6. Catat hasilnya dan diskusikan hasilnya dengan anggota kelompoknya.
7. Buat laporan hasil praktik.

c. Pemurnian/Refining dan Penggumpalan/Koagulasi

1) Pemurnian/Refining

Proses pemurnian/refining biasa dilakukan pada proses pembuatan minyak makan. Untuk memperoleh minyak yang bermutu baik, minyak dan lemak kasar harus dimurnikan dari bahan-bahan atau kotoran yang terdapat didalamnya. Cara-cara pemurnian dilakukan dengan pemucatan. Pemucatan bertujuan menghilangkan zat-zat warna dalam minyak dengan penambahan absorben agent seperti arang aktif, tanah liat, atau dengan reaksi-reaksi kimia setelah penyerapan warna, lemak disaring dalam keadaan vakum (Winarno, 1984).

Zat warna yang ada dalam lemak dan minyak termasuk karatenoid klorofil dan bahan berwarna yang lain. Untuk mendapatkan lemak dan minyak yang berwarna cerah, perlu diadakan proses pemutihan. Penyerapan zat warna yang paling sering dilakukan adalah dengan menggunakan tanah pemucat dan arang. Pemutihan dengan menggunakan bahan kimia yang bersifat mengoksidasi atau hidrogenasi dapat juga mengurangi warna lemak dan minyak tetapi dapat menyebabkan kerusakaan pada minyak itu sendiri (Buckle, 1987).

Pemucatan (*bleaching*) menghilangkan sebagian besar bahan pewarna tak terlarut atau bersifat koloid yang memberi warna pada minyak. Pemucatan dapat dilakukan dengan menggunakan karbon aktif atau *bleaching earth* (misalnya bentonit) 1% sampai 2% atau kombinasi keduanya (arang aktif dan bentonit) yang dicampur dengan minyak yang telah dinetralkan pada kondisi vacuum sambil dipanaskan pada suhu 95^{o}C–100^{o}C. Selanjutnya bahan pemucat dipisahkan melalui filter press (Anonim[3], 2006).

Tahap yang terpenting dalam pemurnian minyak nabati adalah penghilangan bahan-bahan berwarna yang tidak diingini, dan proses ini umumnya disebut dengan bleaching (pemucatan) atau penghilangan warna (decolorition). Pada proses netralisasi, beberapa bahan berwarna biasanya dapat dihilangkan, khususnya bila larutan alkali kuat digunakan, tetapi beberapa bahan alami yang terlarut dalam minyak (dimana sifatnya sangat karakteristik), biasanya tidak dapat terlihat sebagai bahan pengotor minyak, ini hanya dapat dihilangkan dengan perlakuan khusus. Pemucatan minyak sawit dan lemak lainnya yang telah dikenal antara lain:

a) Pemucatan dengan adsorbsi; cara ini dilakukan dengan menggunakan bahan pemucat seperti tanah liat (clay) dan karbon aktif.
b) Pemucatan dengan oksidasi; oksidasi ini bertujuan untuk merombak zat warna yang ada pada minyak tanpa menghiraukan kualitas minyak yang dihasilkan, proses pemucatan ini banyak dikembangkan pada industri sabun.
c) Pemucatan dengan panas; pada suhu yang tinggi zat warna akan mengalami kerusakan, sehingga warna yang dihasilkan akan lebih pucat. Proses ini selalu disertai dengan kondisi hampa udara.
d) Pemucatan dengan hidrogenasi. Hidrogenasi bertujuan untuk menjenuhkan ikatan rangkap yang ada pada minyak tetapi ikatan rangkap yang ada pada rantai karbon kerotena akan terisi atom H. Karotena yang terhidrogenasi warnanya akan bertambah pucat.

(Nurhida Pasaribu, 2004)

Pemucatan ialah suatu tahap proses pemurnian untuk menghilangkan zat-zat warna yang tidak disukai dalam minyak. Pemucatan ini dilakukan dengan mencampur minyak dengan sejumlah kecil adsorben, seperti tanah serap (*fuller earth*), lempung aktif dan arang aktif atau

dapat juga menggunakan bahan kimia. Pemucatan minyak menggunakan adsorben umumnya dilakukan dalam ketel yang dilengkapi dengan pipa uap. Minyak yang akan dipucatkan dipanaskan pada suhu sekitar 105°C, selama 1 jam. Penambahan adsorben dilakukan pada saat minyak mencapai suhu 70-80°C, dan jumlah adsorben kurang lebih sebanyak 1,0-1,5 persen dari berat minyak. Selanjutnya minyak dipisahkan dari adsorben dengan cara penyaringan menggunakan kain tebal atau dengan cara pengepresan dengan filter press (Ketaren, 1986). (http://foodeolas.wordpress.com/2012/01/20/pemurnian-minyak/, 17-11-2013, jam 13.00)



Gambar 66. Contoh minyak yang sudah dan belum dimurnikan.

2) Penggumpalan/Koagulasi

Berbagai macam bahan hasil pertanian baru dapat dimanfaatkan manusia setelah bahan tersebut mengalami beberapa tahap pengolahan, bahkan beberapa bahan harus diolah kembali setelah mengalami proses pertama sebelum digunakan.

Penggumpalan (koagulasi) adalah salah satu bagian dari unit proses pengolahan pangan. Koagulasi hanya terjadi pada bahan yang mengandung protein. Untuk membahas proses koagulasi dengan bahan kimia, kita harus memahami sifat-sifat asam amino dan protein, prinsip-prinsip koagulasi serta jenis koagulan kimia.

a) Prinsip Koagulasi dengan Bahan Kimia

Protein dapat dipisahkan dari molekul lain berdasarkan ukuran, kelarutan, muatan dan afinitas ikatan. Itulah sebabnya orang dapat memisahkan protein dari bahan hasil pertanian dengan cara menghancurkan biji-bijian yang mengandung protein. Protein kedele dapat dipisahkan untuk membuat susu kedele atau untuk membuat tahu.

Untuk memisahkan protein kedele dari komponen lain biasanya dilakukan penghancuran dan penambahan air untuk melarutkan protein. Protein terlarut kemudian disaring untuk memisahkan protein yang larut dari komponen lain (komponen yang tidak terlarut). Hasil pemisahan protein kedele tersebut disebut susu kedele. Untuk membuat tahu, susu kedele yang merupakan protein globular harus dilakukan koagulasi.

Prinsip koagulasi adalah mengubah sifat protein dari sifat larut menjadi tidak larut dengan cara menambahkan bahan kimia, enzim atau pemanasan. Kebanyakan protein hanya dapat stabil pada pH dan suhu tertentu. Jika suhu dan pH berubah melewati batas yang telah ditentukan, protein akan mengalami denaturasi.

Denaturasi adalah perubahan yang terjadi dalam susunan ruang atau rantai polipeptida dalam molekul protein akibat pengaruh suhu, bahan kimia atau enzim. Pada protein globular denaturasi

dapat jelas terlihat dari berkurangnya daya larut atau terjadinya penggumpalan (koagulasi).

Ada dua macam denaturasi yaitu:

(1) Pengembangan rantai polipeptida, dan

(2) Pemecahan protein menjadi unit yang lebih kecil tanpa pengembangan molekul.

Terjadinya kedua jenis denaturasi tersebut tergantung pada keadaan molekul. Pertama terjadi pada ikatan polipeptida, dan yang kedua terjadi pada bagian-bagian molekul yang tergabung ikatan sekunder.

Ikatan-ikatan yang dipengaruhi oleh proses denaturasi yaitu:

(1) lkatan hidrogen

(2) Ikatan hidrofobik dari "Micelle" (misal ikatan pada leusin, valin dan lain-lain yang membantu Micelle)

(3) lkatan ionik diantara gugus yang bermuatan positif dan negatif

(4) Ikatan intra molekuler seperti yang terdapat pada gugus disulfide dalam sistein.

Di dalam pengolahan tahu banyak bahan kimia yang dapat digunakan, baik yang berupa asam maupun garam. Seperti telah disebutkan di depan, bahwa adanya gugus amino dan karboksil bebas pada mata rantai molekul protein, menyebabkan protein mempunyai banyak muatan (polielektrolit) dan bersifat amfoter (dapat bereaksi asam atau basa). Daya reaksi berbagai jenis protein terhadap asam atau basa tidak sama tergantung dari jumlah dan letak gugus amino dan karboksil dalam molekul. Dalam larutan asam (pH rendah) gugus amino bereaksi dengan H^+, sehingga protein bermuatan positif, sebaliknya dalam suasana basa (pH tinggi) protein akan bereaksi dengan asam atau bermuatan negatif. Pada pH tertentu yang disebut titik isolistrik/isoelektrik adalah muatan

gugus amino dan karboksil bebas akan saling menetralkan sehingga molekul bermuatan nol. Koagulasi paling cepat terjadi pada titik isolistrik ini dan prinsip ini digunakan dalam pengolahan dengan cara koagulasi. pH isolistrik untuk protein antara 4,5 sampai 4,7.

Disamping asam atau basa bahan kimia lain yang dapat digunakan untuk koagulasi adalah garam. Bila protein ditambahkan garam, daya larut protein akan berkurang. Akibat peristiwa ini protein akan terkoagulasi. Peristiwa koagulasi dengan garam sering disebut peristiwa "salting out". Garam yang diberikan dalam proses "salting out" adalah garam netral yang berkonsentrasi tinggi sehingga protein mengendap.



Gambar 67. Contoh produk hasil proses koagulasi/penggumpalan.

b) Jenis Koagulan Kimia

Berbagai jenis bahan kimia dapat digunakan untuk koagulasi protein. Bahan kimia yang dapat digunakan untuk menggumpalkan protein disebut bahan penggumpal (koagulan). Jenis koagulan yang sering digunakan untuk pengolahan tahu Jepang (tofu) ada empat, yaitu:

(1) Nigari, yaitu koagulan golongan khlorida

Yang termasuk dalam golongan ini adalah:

(a) Magnesium khlorida ($MgCl_2.6H_2O$)

(b) Kalsium khlorida ($CaCl_2$)

(c) Air laut

Jenis koagulan khlorida ini memiliki kelebihan yaitu tahu yang dihasilkan akan memiliki rasa enak, flavor dan aroma tahu menjadi harum. Akan tetapi pembentukan gumpalan (curd) akan lebih lama dan diperlukan keahlihan serta perhatian yang serius dari pekerja ini. Hasil rendemen dari gumpalannya rendah sehingga harga tahu menjadi mahal, tekstur tahu tidak lunak dan halus.

Air laut juga dapat dipakai sebagai koagulan dalam pembuatan tahu, cara penggunaannya dapat langsung mengambil air laut yang bersih (tidak kotor), segar dan tidak diambil dari lokasi dekat muara sungai.

(2) Koagulan golongan sulfat.

Yang termasuk dalam koagulan sulfat yaitu

(a) Kalsium sulfat ($CaSO4.2H_2O$) atau "gipsum".

(b) Magnesium sulfat ($MgSO_4.7H_2O$) atau "epson".

Penggunaan Kalsium Sulfat dan Magnesium Sulfat dapat diberikan sekaligus dalam bubur kedele. Bagi para pengguna tidak diperlukan keahlian khusus, hasil yang diperoleh 15-20% lebih tinggi dibandingkan menggunakan koagulasi nigari. Hal tersebut berpengaruh terhadap harga jual tahu sehingga menjadi lebih murah dan akan lebih menguntungkan produsen.

(3) Koagulan golongan "lactone"

Koagulan golongan lactone dikenal secara teknis dengan nama Glucono Delta Lactone (GDL), yang mirip dengan gypsum. Pada saat GDL dicampurkan ke dalam bubur kedele dan dipanaskan, maka lactone akan menghasilkan asam glukonat. Akibatnya protein pada bubur kedele menggumpal.

Cara menggunakan GDL yaitu dengan menambahkan GDL ke dalam bubur tahu (dingin) kemudian bubur tersebut dimasukkan ke dalam suatu wadah tertutup, selanjutnya dicelupkan dalam air panas bersuhu 85-90°C selama 30-50 menit. Bubur tahu akan berubah menjadi gumpalan-gumpalan yang halus, lembut, mirip pasta, produk ini dikenal dengan nama tahu sutera (silken tofu).

(4) Koagulan golongan asam

Yang termasuk golongan ini adalah:

(a) Asam cuka/asam asetat /vinegar = CH_2 OOH)

(b) Asam laktat/lactic acid = $CH_3CHOHCOOH$)

Asam cuka, selain dipakai untuk menggumpalkan protein pada kedele, juga dipakai untuk menggumpalkan getah karet. Sedangkan penggunaan asam asetat akan lebih baik dibandingkan penggunaan asam laktat. Asam asetat dapat menggumpalkan 67,8% total protein pada pH < 4,5. Pada < 4,5 maka terjadi titik isolistrik (titik isoelektrik) dari globulin protein. Asam laktat dapat menggumpalkan 55% protein kedele. Penggunaan asam ini akan memberikan flavor yang lebih baik dibandingkan bila menggunakan lactone, dan struktur molekul yang dihasilkan akan lebih kecil.

Selain koagulan kimia, ada beberapa koagulan nabati yang sering dipakai dalam penggumpalan protein kedele. Koagulan nabati antara lain lemon juice, bahan ini mudah didapat dan harganya murah. Namun demikian bila dibandingkan nigari dan calsium sulfat hasilnya lebih sedikit, tekstur tidak halus dan sedikit memberikan flavor asam. Bila menggunakan lemon juice, maka suhu penggumpalan antara 70-80°C dan pH diatur sampai mencapai < 4,5.

Papain yaitu enzim proteolitik yang ada di pepaya dalam bentuk getah. Getah pepaya muda juga dapat digunakan sebagai koagulan untuk membuat tahu sutera (silken tofu). Caranya dengan mencampurkan 1-3% getah pepaya kering ke dalam bubur kedele mentah, kemudian didiamkan selama ± 1 menit, selanjutnya dicelupkan dalam air panas. Enzim proteolitik ini akan rusak pada suhu di atas 70°C.

Di Indonesia, penggunaan manyon/whey (air bekas perasan gumpalan tahu yang dibiarkan selama 1 hari 1 malam) lebih sering dipakai sebagai bahan penggumpal.

c) Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Koagulasi

Koagulasi yang baik akan menghasilkan gumpalan yang kompak, air (whey) mudah terpisah dari gumpalan dan mudah disaring. Faktor yang mempengaruhi koagulasi ialah: bahan dasar, koagulan, suhu dan pengadukan.

(1) Bahan dasar

Bahan dasar yang banyak mengandung protein globuler akan menghasilkan gumpalan yang lebih banyak dibanding bahan yang mengandung protein serabut (fibrosa). Bahan yang banyak mengandung protein globuler adalah kedele, kacang hijau, susu, latek (karet).

(2) Suhu

Panas menyebabkan koagulasi protein dengan suhu efektif 38-75°C. Di samping itu suhu juga membantu kecepatan reaksi koagulan dengan ikatan amino dan ikatan karboksil. Semakin tinggi suhu akan semakin cepat proses penggumpalan oleh koagulan.

(3) pH

Beberapa faktor dapat mempengaruhi koagulasi tetapi protein sangat mudah terkoagulasi pada pH titik isolistrik, pH titik isolistrik susu terjadi pada kisaran 4,5-4,7.

(4) Koagulan

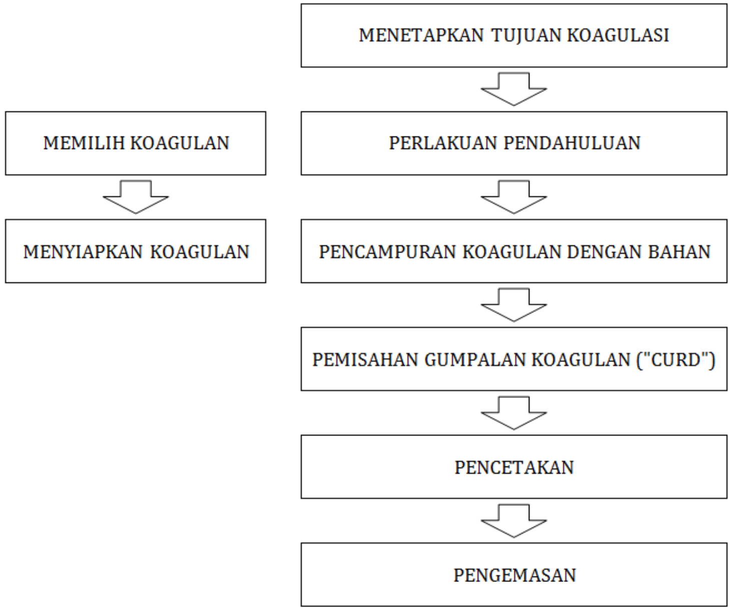
Bahan penggumpal kimia (koagulan) berpengaruh pada tingkat kekerasan (tekstur) gumpalan. Golongan magnesium akan menghasilkan gumpalan yang lebih keras dibanding golongan kalsium. Bila menggunakan batu tahu ($CaSO_4.2H_2O$), sebaiknya batu tahu dipanaskan lebih dahulu agar memudahkan penghancuran. Agar tidak berpengaruh pada rasa, sebaiknya batu tahu dibuat larutan yang jenuh kemudian diendapkan dan yang digunakan hanya airnya saja. Air laut jarang digunakan sebagai penggumpal karena memberi efek rasa yang kurang disenangi. GDL sebenarnya tidak bertindak sebagai koagulan, tetapi dengan adanya panas, GDL dapat membantu mengubah bentuk aktif ke tidak aktif. GDL digunakan untuk membuat tahu lunak.

(5) Pengadukan

Pengadukan akan berpengaruh pada proses penggumpalan. Penggumpalan yang lemah menunjukan bahwa koagulan belum cukup tercampur antara koagulan dengan protein. Sebaliknya

pengadukan yang terlalu keras akan merusak agregat dari gumpalan yang terjadi. Pengadukan yang terlalu keras menyebabkan koagulasi tidak terbentuk dengan baik. Pengadukan yang baik adalah dengan menyilang perlahan-lahan pada bagian atas susu kedele kurang lebih lima kali, sehingga tidak merusak agregat.

d) Langkah-Langkah Penggumpalan



Gambar 68. Skema penggumpalan

e) Prinsip Koagulasi Dengan Enzim

Seperti informasi sebelumnya bahwa protein ada dua golongan yaitu protein fibrosa dan protein globular. Protein pada susu adalah termasuk protein globular yang mempunyai nilai gizi sangat tinggi yang tidak dimiliki oleh bahan lain.

Berbagai cara dapat dilakukan untuk mengkonsumsi protein susu, salah satu cara adalah dengan mengkoagulasikan susu menjadi produk makanan tertentu. Koagulasi susu dapat dilakukan dengan menambahkan bahan kimia, pemanasan atau dengan menambahkan enzim. Enzim yang dapat mengkoagulasi susu adalah enzim pepsin, renin dan tripsin yang bekerja pada pH dan suhu yang berbeda.

Pepsin bekerja pada pH 1,0, renin pada pH 2,0 dan tripsin pada pH 3,0. Ketiga jenis enzim tersebut, renin merupakan enzim yang paling sesuai karena memproduksi "curd" yang halus, tidak menyebabkan rasa pahit dan tidak berdaya proteolitik apabila keju yang terbentuk ditambahkan pada makanan lain.

Menurut Mercier, et all dalam Alan Wiseman (1979), pada fase koagulasi pertama-tama terjadi proses enzimatis dimana terjadi pemutusan antara rantai phenylalanin dan metionin dalam K-kasein menjadi para K-kasein dan sebuah kaseino-makropeptida. Reaksi secara enzimatis ini terjadi pada suhu dingin (10°C). Tahap kedua phase penggumpalan tidak akan terjadi tanpa adanya ion kalsium dan pemberian panas/pemanasan. Menurut Fok dan Walley dalam Alan Wiseman (1979), tahap yang ketiga akan terjadi fase proleolitis dari αs- dan β kasein yang dikendalikan oleh adanya garam dalam gumpalan (curd).

Waktu (cepat/lambatnya) koagulasi akan makin cepat bila pH makin rendah dan suhu pemanasan naik sampai mencapai suhu 40°C. Susu sapi mengandung 78% kasein; 5,1% α laktalbumin; 8,5% β laktoglobulin; 1,7% immunoglobulin; 1,7% pepton; dan 5% non protein. Kasein itu sendiri terdiri dari 45-50% alfa-s-kasein (α -kasein), 8-15% kappa kasein (k -kasein) dan 3-7% gamma kasein (kasein). Setiap jenis kasein mempunyai sensitivitas yang berbeda terhadap kelarutan kalsium dan asam amino.

Enzim renin pada pH 2,0 memiliki aktivitas sangat cepat, sedang pada pH 5,0 aktivitasnya sangat lambat. Untuk membuat keju proses koagulasi sebaiknya dilakukan pada pH 4,5, dengan demikian akan diperoleh "curd" yang baik. Proses koagulasi kasein susu terjadi dalam dua tahap reaksi.

Tahap pertama terjadi reaksi secara enzimatis. Enzim renin mengubah kappa kasein menjadi para kasein.

k kasein + renin $\rightarrow$ para - k – kasein + larutan albumin

Tahap kedua, reaksi berjalan tidak memerlukan enzim renin, yaitu para k-kasein diubah menjadi kalsium pada kaseinat oleh ion Ca^{++} yang terdapat dalam kasein. Para -k-kasein + Ca^{++} $\rightarrow$ dikalsium pada kaseinat + larutan protease

Penggumpalan susu ternyata dapat pula dilakukan oleh pepsin, tripsin dan kemo tripsin. Dengan perkembangan teknologi enzim, kini sudah dapat diisolasi renin dari mikroba yang disebut renet mikroba. Renet mikroba telah dicoba untuk menggantikan peran renet lambung anak sapi, renet mikroba dimaksud antara lain yang berasal dari spesies *Mucor* dan *Endothie* yaitu *Mucor mihei, M. pusillus, serta Endothia parasetica.* Kini sudah banyak keju yang dibuat dengan renet mikroba. Setelah melalui uji rasa, ternyata hasilnya baik. Namun di Indonesia renet mikroba masih sulit didapat.

Tanyakan kepada guru Anda, hal-hal yang belum Anda pahami dari materi yang telah dipelajari

Lakukan praktik sesuai perintah guru Anda, dengan lembar kerja yang sudah tersedia secara berkelompok !

Bagi semua peserta didik menjadi 6 kelompok !

Bandingkan hasil praktik kelompok Anda dengan kelompok lainnya.

Buat kesimpulan dari praktik yang dilakukan, kemudian presentasikan di muka kelas !

Lembar Kerja

PENGGUMPALAN

Tujuan:

Setelah menyelesaikan kegiatan ini, peserta didik diharapkan mampu memahami konsep penggumpalan (protein) pada bahan hasil pertanian dan faktor-faktor yang mempengaruhinya.

Alat dan Bahan

Alat:

1) Beaker glass 200 - 400ml
2) Gelas ukur 100 ml
3) Sendok
4) Pengaduk
5) Kertas pH
6) Thermometer
7) Pengukur waktu
8) Pemanas

Bahan:

1) Susu kedele
2) Larutan $MgCl_2$ 5% dan 10 %
3) Larutan $CaCl_2$ 5% dan 10 %
4) Larutan $MgSO_4$ 5% dan 10 %
5) Larutan $CaSO_4$ 5% dan 10 %
6) Asam asetat (CH_3COOH) 1% & 2,5%
7) Asam laktat ($CH_3CHOHCOOH$) 1% & 2,5%
8) GDL

Langkah Kerja:

1) Ambil susu kedele, ukur pHnya, dan panaskan pada suhu 75°C selama 1 menit.
2) Masukkan ke dalam 14 beaker glass, masing-masing 100 ml. Masing-masing beaker glass diberi kode (1 s.d 14)
3) Lakukan perlakuan sebagai berikut:
    a) Beaker glass 1
        (1) Tambahkan larutan $MgCl_2$ 5% sampai terjadi penggumpalan. (Selama penambahan $MgCl_2$ sambil dilakukan pengadukan).
        (2) Amati suhu dan pH pada saat terjadi penggumpalan. Catat jumlah $MgCl_2$ yang digunakan.

b) Beaker glass 2

(1) Tambahkan larutan $MgCl_2$ 10% sampai terjadi penggumpalan. (Selama penambahan $MgCl_2$ sambil dilakukan pengadukan).

(2) Amati suhu dan pH pada saat terjadi penggumpalan. Catat jumlah $MgCl_2$ yang digunakan.

c) Beaker glass 3

(1) Tambahkan larutan $CaCl_2$ 5% sampai terjadi penggumpalan. (Selama penambahan $CaCl_2$ sambil dilakukan pengadukan).

(2) Amati suhu dan pH pada saat terjadi penggumpalan. Catat jumlah $CaCl_2$ yang digunakan.

d) Beaker glass 4

(1) Tambahkan larutan $CaCl_2$ 10% sampai terjadi penggumpalan. (Selama penambahan $CaCl_2$ sambil dilakukan pengadukan).

(2) Amati suhu dan pH pada saat terjadi penggumpalan. Catat jumlah $CaCl_2$ yang digunakan.

e) Beaker glass 5

(1) Tambahkan larutan $MgSO_4$ 5% sampai terjadi penggumpalan. (Selama penambahan $MgSO_4$ sambil dilakukan pengadukan).

(2) Amati suhu dan pH pada saat terjadi penggumpalan. Catat jumlah $MgSO_4$ yang digunakan.

f) Beaker glass 6

(1) Tambahkan larutan $MgSO_4$ 10% sampai terjadi penggumpalan. (Selama penambahan $MgSO_4$ sambil dilakukan pengadukan).

(2) Amati suhu dan pH pada saat terjadi penggumpalan. Catat jumlah $MgSO_4$ yang digunakan.

g) Beaker glass 7

(1) Tambahkan larutan $CaSO_4$ 5% sampai terjadi penggumpalan. (Selama penambahan $CaSO_4$ sambil dilakukan pengadukan).

(2) Amati suhu dan pH pada saat terjadi penggumpalan. Catat jumlah $CaSO_4$ yang digunakan.

h) Beaker glass 8

(1) Tambahkan larutan $CaSO_4$ 10% sampai terjadi penggumpalan. (Selama penambahan $CaSO_4$ sambil dilakukan pengadukan).

(2) Amati suhu dan pH pada saat terjadi penggumpalan. Catat jumlah $CaSO_4$ yang digunakan.

i) Beaker glass 9

(1) Tambahkan larutan asam asetat/cuka (CH_3COOH) 1% sampai terjadi penggumpalan. (Selama penambahan asam asetat/cuka sambil dilakukan pengadukan).

(2) Amati suhu dan pH pada saat terjadi penggumpalan. Catat jumlah asam asetat/cuka yang digunakan.

j) Beaker glass 10

(1) Tambahkan larutan asam asetat/cuka (CH_3COOH) 2,5% sampai terjadi penggumpalan. (Selama penambahan asam asetat/cuka sambil dilakukan pengadukan).

(2) Amati suhu dan pH pada saat terjadi penggumpalan. Catat jumlah asam asetat/cuka yang digunakan.

k) Beaker glass 11

(1) Tambahkan larutan asam laktat ($CH_3CHOHCOOH$) 1% sampai terjadi penggumpalan. (Selama penambahan asam laktat sambil dilakukan pengadukan).

(2) Amati suhu dan pH pada saat terjadi penggumpalan. Catat jumlah asam laktat yang digunakan.

l) Beaker glass 12

(1) Tambahkan larutan asam laktat ($CH_3CHOHCOOH$) 2,5% sampai terjadi penggumpalan. (Selama penambahan asam laktat sambil dilakukan pengadukan).

(2) Amati suhu dan pH pada saat terjadi penggumpalan. Catat jumlah asam laktat yang digunakan.

m. Ambil susu kedele sejumlah 100 ml. Masukkan kedalam beaker glass (beri kode beaker glass 13)

1) Tambahkan GDL (Glucono Delta Lactone) sejumlah 1% (b/v).
2) Panaskan pada suhu 85-90^oC, selama pemanasan lakukan pengadukan.(Suhu dipertahankan pada 85-90^oC).
3) Amati pH pada saat terjadi penggumpalan. Catat waktu yang dibutuhkan untuk terjadinya penggumpalan.

n. Ambil susu kedele , sejumlah 100 ml. Masukkan kedalam beaker glass (beri kode beaker glass 14)

1) Tambahkan GDL (Glucono Delta Lactone) sejumlah 10% (b/v).
2) Panaskan pada suhu 85-90^oC, selama pemanasan lakukan pengadukan.(Suhu dipertahankan pada 85-90^oC).
3) Amati pH pada saat terjadi penggumpalan. Catat waktu yang dibutuhkan untuk terjadinya penggumpalan.

Lembar Pengamatan

Perlakuan	pH Awal	Penggumpalan				
		pH	Suhu	Waktu	Bentuk Gumpalan	Jumlah Penggumpal
Beaker glass 1						
Beaker glass 2						
Beaker glass 3						
Beaker glass 4						
Beaker glass 5						
Beaker glass 6						
Beaker glass 7						
Beaker glass 8						
Beaker glass 9						
Beaker glass 10						
Beaker glass 11						
Beaker glass 12						
Beaker glass 13						
Beaker glass 14						

Diskusi:

1) Diskusikan dengan teman Anda:
   a) Apa pengaruh perlakukan terhadap susu kedele dalam proses penggumpalan?
   b) Bila melihat bentuk (ukuran atau kehalusan) gumpalan, manfaat apa yang dapat diperoleh dari proses penggumpalan?
2) Dari hasil diskusi tersebut, susunlah suatu kesimpulan yang dapat menjelaskan apa yang dimaksud dengan penggumpalan (protein), dan faktor-faktor apa saja yang menyebabkan atau mempengaruhinya. Tuliskan hasilnya dalam kolom Kesimpulan.

Kesimpulan :

3. Refleksi

Untuk mengukur tingkat pencapaian kompetensi pada kompetensi melakukan teknik kimiawi, Anda diminta untuk melakukan refleksi dengan cara menuliskan/menjawab beberapa pertanyaan pada lembar refleksi.

Petunjuk

a. Tuliskan nama dan KD yang telah Anda selesaikan pada lembar tersendiri
b. Tuliskan jawaban pada pertanyaan pada lembar refleksi!
c. Kumpulkan hasil refleksi pada guru Anda!

LEMBAR REFLEKSI

a. Bagaimana kesan Anda setelah mengikuti pembelajaran ini?

   ....

   ....

b. Apakah Anda telah menguasai seluruh materi pembelajaran ini? Jika ada materi yang belum dikuasai tulis materi apa saja.

   ....

   ....

c. Manfaat apa yang Anda peroleh setelah menyelesaikan pelajaran ini?

   ....

   ....

d. Apa yang akan Anda lakukan setelah menyelesaikan pelajaran ini?

   ....

   ....

e. Tuliskan secara ringkas apa yang telah Anda pelajari pada kegiatan pembelajaran ini!

   ....

   ....

4. Tugas

Catat produk teknik kimiawi apa saja yang ada di sekitar sekolah Anda. Tuliskan juga teknik pembuatan produk-produk tersebut. Diskusikan bersama teman satu meja hasil yang Anda peroleh, dan komunikasikan di muka kelas!

5. Tes Formatif

a. Jelaskan proses sulfitasi pada pembuatan gula!
b. Jelaskan proses pembuatan minuman bersoda/karbonasi!
c. Jelaskan proses netralisasi minyak!
d. Jelaskan macam-macam proses hidrolisis!
e. Jelaskan prinsip penggumpalan!

C. Penilaian

1. Sikap

a. Ilmiah

No	Aspek	Skor			
		4	3	2	1
1.	Menanya				
2.	Mengamati				
3.	Menalar				
4.	Mengolah data				
5.	Menyimpulkan				
6.	Menyajikan				

b. Diskusi

No	Aspek	Skor			
		4	3	2	1
1.	Terlibat penuh				
2.	Bertanya				
3.	Menjawab				
4.	Memberikan gagasan orisinil				
5.	Kerja sama				
6.	Tertib				

2. Pengetahuan

a. Jelaskan proses sulfitasi pada pembuatan gula!
b. Jelaskan proses karbonatasi pada pembuatan minuman karbonasi/soda!
c. Jelaskan proses netralisasi pada pembuatan minyak makan!
d. Jelaskan apa yang dimaksud dengan hidrolisis!
e. Jelaskan 4 macam hidrolisis yang Anda ketahui!
f. Jelaskan proses hidrolisis pati menjadi gula cair!
g. Jelaskan proses pemurnian pada pembuatan minyak makan!
h. Apakah yang dimaksud dengan denaturasi protein ?
i. Berapakah pH titik isolistrik dari protein agar proses koagulasi dapat optimal ?
j. Sebutkan jenis-jenis koagulan yang digunakan untuk penggumpalan tahu!
k. Sebutkan faktor-faktor yang mempengaruhi penggumpalan!

3. Keterampilan

Lakukan proses penggumpalan dengan disediakan bahan (susu kedele) dan peralatan yang diperlukan, sehingga diperoleh hasil dengan kriteria berikut :

No	Indikator Keberhasilan (100%)	Ya	Tidak
1.	Susu kedele dipanaskan pada suhu 75°C, selama 1 menit.		
2.	Susu kedele diukur 2 x 100 mL, kemudian diukur pH nya dan dimasukkan ke dalam 2 beaker glass.		
3.	Pada beaker glas pertama ditambahkan asam cuka/asetat (CH_3COOH) 1% sampai terjadi penggumpalan, sambil dilakukan pengadukan.		
4.	Suhu dan pH pada saat terjadi penggumpalan dicatat, asam cuka yang digunakan juga dicatat.		
5.	Pada beaker glas pertama ditambahkan asam cuka/asetat (CH_3COOH) 2,5% sampai terjadi penggumpalan, sambil dilakukan pengadukan.		
6.	Suhu dan pH pada saat terjadi penggumpalan dicatat, asam cuka yang digunakan juga dicatat.		
7.	Kedua perlakuan dibandingkan dan dibuat kesimpulannya.		

III. PENUTUP

Buku Teks Bahan Ajar Siswa SMK "Dasar Proses Pengolahan Hasil Pertanian dan Perikanan 1" ini merupakan salah satu bahan ajar berbentuk buku sebagai acuan atau referensi dalam pelaksanaan pembelajaran siswa SMK kelas X semester 1 Program Keahlian Agribisnis Pengolahan Hasil Pertanian dan Perikanan.

Penyusunan Buku Teks Bahan Ajar Siswa SMK "Dasar Proses Pengolahan Hasil Pertanian dan Perikanan 1" ini mengacu pada Kurikulum 2013 Program Keahlian Agribisnis Pengolahan Hasil Pertanian dan Perikanan baik pada konsep kurikulum, struktur kurikulum maupun silabus, dengan menggunakan pendekatan pembelajaran saintifik dan penilaian otentik. Buku teks ini bersifat fleksibel yang dapat mengarahkan pembaca untuk dapat mengembangkan metode, strategi dan teknis pelaksanaan pembelajaran secara efektif, kreatif dan inovatif, sesuai dengan kebutuhan siswa dan kurikulum 2013 yang APIK (**A**fektif, **P**roduktif, **I**novatif, **K**reatif). Diharapkan pula buku teks dan hasil pengembangan selanjutnya dapat mencapai tujuan program, selaras dengan target pengembangan buku teks dalam menunjang pelaksanaan pembelajaran yang bermutu dan tepat sasaran.

Buku Teks Bahan Ajar Siswa SMK "Dasar Proses Pengolahan Hasil Pertanian dan Perikanan 1" ini diharapkan dapat dapt digunakan dan diaplikasikan dalam pelaksanaan pembelajaran siswa SMK kelas X semester 1 Program Keahlian Agribisnis Pengolahan Hasil Pertanian dan Perikanan, sehingga, sehingga siswa diharapkan akan memiliki kompetensi yang menjadi tuntutan kurikulum 2013. Akhirnya buku teks ini diharapkan akan semakin *reliable* dan *applicable* untuk kegiatan pembelajaran sejenis di masa yang akan datang.

DAFTAR PUSTAKA

Ansori Rachman, 1989, ***Pengantar Teknologi Fermentasi,*** Depdikbud, Dikti, PAU Pangan dan Gizi, IPB, Bogor.

Buckle, 1987, **Ilmu Pangan.** Penerjemah Hari Purnomo Adiono, Penerbit Universitas indonesia.

Dwiari, S.R. 2008. **Teknologi Pangan 1 – 2.** Jakarta, Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan.

Dwidjoseputro, 1987, **Dasar-dasar Mikrobiologi**, Penerbit Djembatan.

Endang S. Rahayu et al, 1993, **Bahan Pangan Hasil Fermentasi**, Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi, Gama Yogyakarta.

Fellows, P. 2004, ***Food Processing Technology Principles and Practise,*** Departemen Catering Management, Oxford Polytechnic.

Ferdian, S. dan Satya Kurnianto. 2004. Konversi Starch menjadi Sirup Glukosa. Bandung: Politeknik Negeri Bandung

Hartono dan Yunar Wahyudi. 1999. Pembuatan Glukosa dari Pati Tapioka secara Hidrolisis Kimiawi. Bandung: Politeknik Negeri Bandung

Herudiyanto, M.S. 2008. **Pengantar Teknologi Pengolahan Pangan.** Bandung. Widya Padjadjaran.

Herudiyanto, M.S. & Tjahjadi, C. 2008. **Praktikum Bahan Pangan dan dasar-Dasar Pengolahan.** Bandung. Widya Padjadjaran.

http://foodeolas.wordpress.com/2012/01/20/pemurnian-minyak/, 17-11-2013, jam 13.00

http://id.wikipedia.org/wiki/coffee-preparation

http://id.wikipedia.org/wiki/Minuman-berkarbonasi/ 17-11-2013, jam 10.59

http://id.wikipedia.org/wiki/pengeringan

http://id.wikipedia/wiki/tempe

http://lordbroken.wordpress.com/2010/10/31/1159/, 17-11-2013, jam 13.00

Kusmawati, ST. Dkk., 2000. **Dasar-dasar Proses Pengolahan Hasil Pertanian,** Bandung, Central Grafika

Nasution, Z dan Srie Setia Hartini, **Pengolahan Hasil Pertanian 1 dan 2,** Direktorat Dikmenjur, Depdikbud, Jakarta.

Nurman W.D. 1988, **Teknologi Pengolahan Pangan**, Universitas Indonesia.

Salman, Lily, 2012. Modul Konversi Bahan. PPPPTK Pertanian Cianjur.

Srikandi Fardiaz, 1992, **Mikrobiologi Pangan**, PT. Gramedia Jakarta.

Suliantari et al, 1990, **Teknologi Fermentasi Umbi-umbian dan Biji-bijian**, Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, Direktorat jenderal Pendidikan Tinggi. Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi, Insatitut Pertanian Bogor.

Winarno, FG., 2010. **Enzim Pangan,** M-Brio Press, Bogor.

Winarno, FG., 2007. **Teknobiologi Pangan**, M-Brio Press, Bogor.

Winarno, FG., 1980. **Kimia Pangan**, Bogor, Pusbangtepa IPB.

Winarno, FG dan S. Fardiaz, 1973. **Dasar Teknologi Pangan**, Fatemeta, IPB Bogor.

Woolen, A, 1970. **Food Industries Manua**l, Chemical Publishing

www.bid-on-equipment.com

www.centuryproductsllc.com

www.ces.ncsu.edu

www.chefmaoolana.blogdetik.com

www.cimory.com

www.commons.wikimedia.org

www.dg-shenghua.en.made-in-china.com

www.earthtoolsbcs.com/cabbage_knife

www.fordag.com

www.freezedryco.com

www.hammermills.com

www.harnovi.wordpress.com

www.indianyellowpages.com

www.kaskus.co.id

www.kusumaworld25.blogspot.com

www.lifehealth-antonia.blogspot.com

www.lightinthebox.com

www.masigab.net

www.mesin.minyak-kelapa.com

www.ncccheeseweeks.blogspot.com

www.niroinc.com

www.ourbestbites.com

www.pbio.uad.ac.id

www.pelapak.com

www.pharmabsics.com

www.pleasanthillgrain.com

www.qenemco.com

www.ramesiamesin.com

www.resepsedap.com

www.ririsotterkim.blogspot.com

www.stonecrusher.org

www.tetrapak.com

www.tradekorea.com

www.tribunnews.com

www.vemale.com